

ZTE中兴

中兴通讯 2026 自智网络白皮书

共筑生态，智联未来 | L4高阶自智网络的思考与实践



共筑生态 智联未来

L4 高阶自智网络的思考与实践

目录

CONTENT

摘要	01
01 / 自智网络L4高阶演进洞察	02
1.1 L4高阶自智网络离不开大模型、智能体及数字孪生等技术	03
1.2 L4高阶自智网络系统将演进到全栈AI架构	04
1.3 L4高阶自智网络需具备实时感知-主动分析-自主决策-自动闭环执行等关键能力	06
1.4 L4高阶自智网络不再限于运营效率，将探索经营增收新场景和新机会	07
1.5 L4高阶自智网络需重点保障AI应用安全	09
02 / 中兴通讯L4高阶自智网络演进方案	11
2.1 中兴通讯L4高阶自智网络演进	12
2.2 中兴通讯L4高阶自智网络演进AIR Net解决方案	14
2.3. 核心点1：价值牵引，深化KBI-KEI-KCI成效体系	16
2.4. 核心点2：架构演进，构建Agentic AI架构体系	18
2.5. 核心点3：内生智能，夯实自动化闭环基础	19
2.6. 核心点4：AI创新，打造自主决策能力	21
2.7. 核心点5：流程重塑，打通断点堵点推进去工单化运维	30
2.8. 核心点6：经营拓展，赋能市网业协同高价值场景	31
03 / 中兴通讯自智网络L4实践案例	34
3.1 合作攻关新范式：携手中国移动成立“联创+”实验室	35
3.2 智能化案例：运用图模型的端到端故障监控智能体实践	36
3.3 智能化案例：运用大模型技术的SPN网络变更智能体实践	37
3.4 智能化案例：家宽业务投诉智能体助力高效投诉处理	39
3.5 智能化案例：运用数字孪生的可管可控无线网络优化实践	40
3.6 智能化案例：基于数字孪生的资源池倒换量化仿真评估	41
3.7 价值经营案例：NWDAF分层分级方案赋能5G-A价值变现	42
04 / L4高阶自智网络演进产业协同倡议	44
缩略语	46
参考文献	46

摘要

ABSTRACT

2026年，全球运营商正迎来自智网络L4高阶级演进的攻坚期与价值兑现关键节点。当前，随着5G-A规模商用、AI大模型深度融入通信系统、数字孪生技术日趋成熟，自智网络不再局限于运维自动化，而是向“实时感知-主动分析-自主决策-自动执行”的智能闭环体系跃迁，并逐步成为运营商实现经营增收、业务创新和绿色低碳发展的核心引擎。TM Forum明确2025-2027年为L4单域“维优营”场景自智闭环的关键阶段，CCSA等标准组织加速推进大模型、智能体等L4核心技术标准，进一步夯实了产业演进基础。

中兴通讯深耕自智网络产业多年，在L3规模应用积累基础上，积极推进L4高阶自智研发与试点，通过全栈AI架构演进与价值场景拓展，推动网络从“运维提效”到“经营增收”的范式升级。本白皮书基于中兴通讯在全球运营商L4试点实践，深度剖析高阶自智网络的核心能力要求与产业演进路径，系统阐述中兴通讯以“价值驱动、内生智能、自主决策，自动闭环”为纲的L4高阶演进方案。

为系统呈现L4高阶自智的演进路径与实践方案，本白皮书将围绕以下四方面展开：

1. 自智网络L4高阶演进洞察：

在安全可控前提下，应用大模型/智能体/数字孪生等先进技术、持续进行全栈AI架构演进，构建实时感知-主动分析-自主决策-自动闭环的去工单化端到端运维能力，并拓展市网业协同高价值场景，落实从传统KPI（关键性能指标）到KBI（关键商业指标）-KEI（关键成效指标）-KCI（关键能力指标）的价值成效闭环。

2. 中兴通讯L4高阶自智网络演进方案：

AIR Net全栈AI架构升级，实现自主决策与自动闭环，从运维提效升级为价值经营，赋能运营商增收与生态共赢。核心围绕六大维度展开：以价值牵引为核心，深化KBI-KEI-KCI成效体系驱动提质提效、降本增收；Agentic AI架构演进，实现分层注智到端到端协同；智能硬件升级网元内生智能，夯实网元级实时感知与远程控制能力；星云通信大模型演进到1+1模型矩阵、新增知识图谱及图搜索、Co-Sight智能体工厂等关键AI创新，结合数字孪生，实现AI从辅助升级为自主决策；流程重塑，打通断点堵点，推进端到端去工单化运维；同时，进一步拓展市网业协同高价值场景，赋能经营增收。

3. 中兴通讯自智网络实践：

精选多个L4实践案例，涵盖网络故障处理、网络变更、网络优化、投诉处理以及分层分级价值变现等场景，充分验证高阶自智网络在商业成效与运营效率上的双重价值。

4. 产业协同倡议：

面向未来，倡议产业链各方携手并进，以标准共建、技术共研、场景共创、生态共赢为核心路径，加快提升L4自智网络标准成熟度，筑牢AI安全治理屏障，开拓网络经营新模式，助力全球通信网络迈入L4高阶自智新阶段，推动全行业共享高阶自智发展红利。

01

自智网络L4高阶 演进洞察

随着通信网络复杂度激增与业务场景持续拓展，传统运维模式已难以满足高效、敏捷和智能的运营需求。自智网络向L4高阶演进，不仅是网络技术升级的必经路径，更是运营商实现从“降本增效”迈向“智能经营”的关键跃迁。2025年，在标准组织、运营商和供应商的共同推动下，L4高阶自智网络在标准、体系和实践等方面都举得了显著进展，同时也对L4高阶自智网络提出了更高的要求。在此背景下，深入洞察L4高阶自智网络的发展趋势、关键技术与安全挑战，对把握未来网络智能化方向、挖掘新增长机会具有重要意义。



1.1

高阶自智网络离不开大模型、智能体及数字孪生等技术

● 洞察分析

L4级自智网络的主要特征是基于智能硬件的实时感知、精准分析、智能决策、线上执行的端到端闭环的有机统一。实现这一目标需要大模型、智能体与数字孪生三大关键技术的协同赋能。大模型为核心认知推理中枢，以多智能体为协同闭环执行单元，并以数字孪生为决策验证沙盘，三者形成闭合的技术生态，帮助运营商从“依赖脚本、机器辅助人”的辅助自动化，向“意图驱动、人监管机器”的自主决策转变：



● 应对建议

为加速向全场景L4高阶自智迈进，运营商应重点关注以下能力建设与架构转型：

基于高价值场景的一体化转型：重塑运维流程，实现从“被动响应”到“主动预见”。同时，优先在网络故障处理、变更监控、业务质量优化等高价值、高频场景中升级跨域跨场景的高阶自智能力。基于高价值场景的流程重塑，关键在于大模型推理、数字孪生风险校验、多智能体协作闭环的深度融合，确保所有高阶策略执行前都经过严谨的沙盘推演、且能够完成动态执行闭环。

推动智能体体系标准化与安全化：加快推广电信级多智能体协议的跨域智能体协同机制，推动协议在TM Forum，CCSA等标准组织的标准化，打破厂商壁垒；同时，必须建立严格的智能体运行安全规范和电子围栏等管控机制，确保智能体的自主进化在预设的行为边界内运行，并得到人类专家的监控指引，有效管控AI执行的潜在风险。

推动分层分级的部署策略：根据大模型的部署位置（云-边-端），构筑模型轻量化策略，逐步推动推理成本的降低；实施轻量化数字孪生策略，采用多维度分精度刻画，根据不同区域或对象的重要性，施加差异化的模型细节和计算资源，例如，核心域（如5G基站的内部设备、天线阵列）进行高保真建模，边缘域（如大片信号覆盖区域）则采用高度简化的抽象模型。

1.2

L4高阶自智网络系统将演进到全栈AI架构

洞察分析

L4阶段能力诉求，牵引架构从“局部AI”走向“全栈AI”：

L4自智网络追求“端到端自主协同”与“意图驱动”核心目标，传统“局部AI部署”存在明显短板：低阶自智网络的AI多集中于运维运营，网元层缺乏内生智能，导致数据感知滞后、跨域协同不畅，无法支撑“实时感知-自主决策-自动闭环”全链路能力。全栈AI架构通过“网元-平台-应用”垂直整合，实现智能能力全域渗透：网元具备自主感知与依赖小尺寸网元模型做推理的执行能力，平台依托通信大模型统筹决策，应用精准映射业务意图，填补单域智能到跨域协同的能力鸿沟，满足TM Forum定义的L4阶段核心要求。

AI技术图谱能力逐渐成熟，为全栈架构提供可行性支撑：

以生成式AI、Agentic AI为代表的技术突破，让全栈AI部署从理论走向现实：千亿级参数的通信大模型解决网络知识理解与策略生成难题，实现自然语言交互与复杂场景适配；多智能体协同技术支撑域间分布式决策，思维链（CoT）能力强化自主决策的逻辑性；AI加速芯片与内生智能网元的结合，降低边缘侧AI推理时延，保障实时响应；网元小尺寸模型提供可在嵌入式基站系统或者资源受限场景下的推理模型能力；Ray分布式框架为统一管理CPU/GPU等异构算力提供了基础设施的分布式调度和计算管理。这些AI技术图谱能力逐渐成熟，协同发力，打破传统AI“算法碎片化、场景适配弱”的局限，构筑全栈AI技术基础。

产业实践验证价值，推动全栈AI架构成为共识：

运营商的实践已充分验证全栈AI的可行性与价值：TM Forum提出了基于Agent的Agentic AI架构，其智能体在故障定位、节能优化等场景实现效率翻倍；中兴通讯首发基于大模型和智能体的自智智能体和数智人解决方案。这些实践证明，全栈AI架构不仅能降低运维成本，更能激活网络增收潜力，成为运营商迈向L4阶段的核心选择。同时TM Forum发布了AN L4产业蓝图，进一步推动全栈AI成为行业统一演进方向，减少跨厂商协同阻力。

综上，全栈AI架构既破解了L4阶段的核心技术瓶颈，又匹配了运营商“降本增收”的经营需求，已成为行业公认的L4自智网络演进目标，推动网络从“机器辅助人”向“人协同机器”跨越，网络运维范式从“人治”走向“智能体协同自治”。

应对建议

围绕全栈AI，结合网络Agentic化演进，构建分层协同架构，并通过网络原子能力，网络AI，运维AI，数智引擎和未来的智能中枢，支持网络智能体和多智能体协同架构，实现自动化、智能化，遵循从网元到网管，从网络到业务，到未来全栈AI的演进。

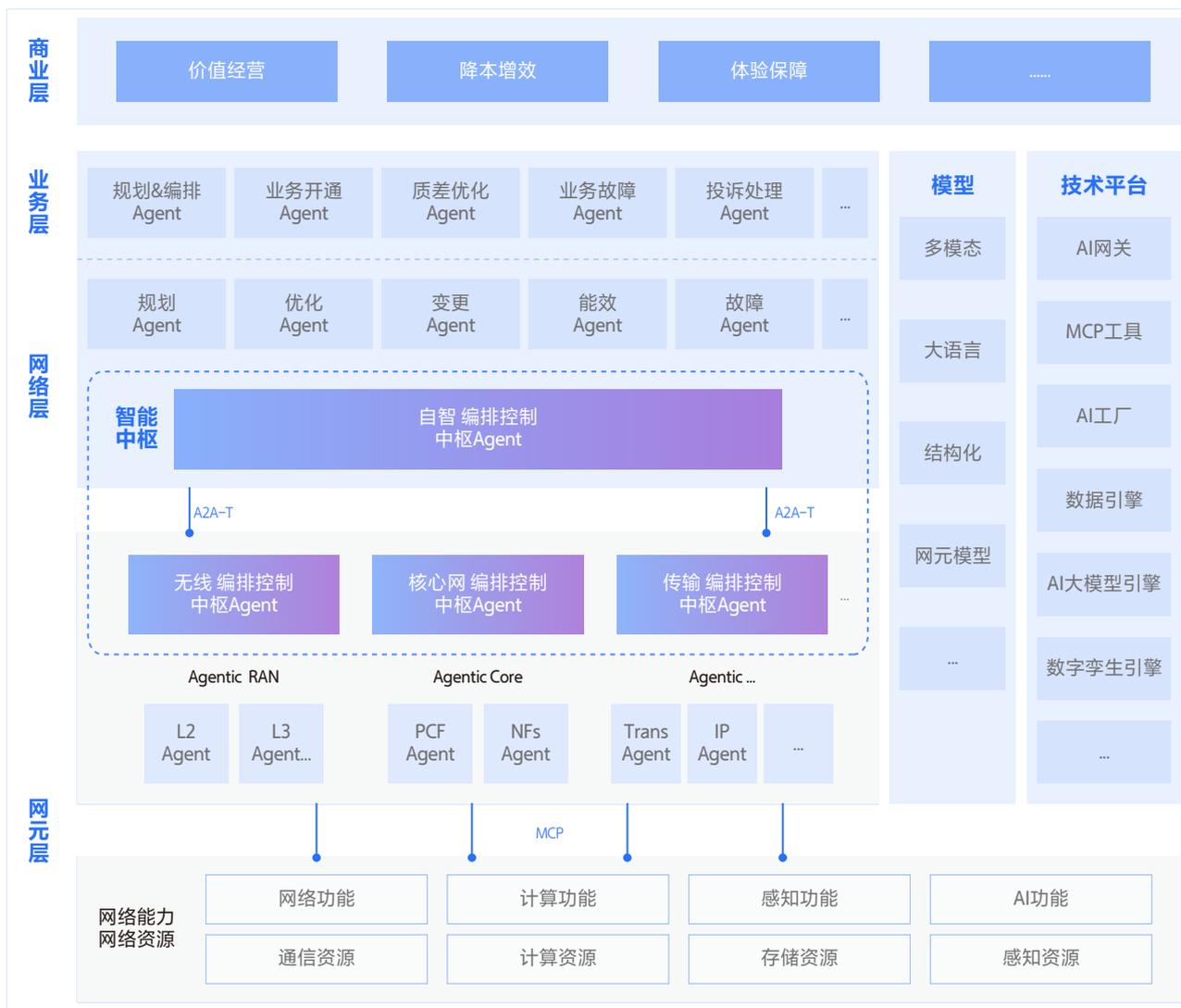


图1-1 全栈AI架构演进洞察

全栈AI架构不仅仅是“在网络里用几个AI算法”，而是一个贯穿始终、层层Agent协同的体系，总体可以分为网元层，网络层、业务层和商业层。

面向网元：网元系统设备Agentic化，如无线、核心网，传输&IP网等，通过具备专属模型推理能力的小尺寸大模型和网络模型，协同网络内置的系列Agent应用，在网络中部署智能硬件或在网络设备（如基站、核心网、路由器）内置AI芯片和模型，实时处理本地感知数据，做出快速决策，如无线资源分配、流量调度，波束预测，路由转发等。未来网络AI化，网络能力和网络资源能力都会MCP化，提供原子能力丰富服务，包括网络功能，感知功能，AI功能等，也包括各种通信、存储和计算资源等，形成一个网络的MCP化的原子能力和工具生态。

面向网络：通过智能体在线记忆和工作流编排，单Agent推理、工具调用以及多Agent协同工作等能力，实现网络管理Agentic化；大模型提供高意图识别和Text2SQL处理准确率核心能力，支持信令分析，采用多LoRA加速、上下文压缩等关键技术，提供网络层智能体应用，支撑包括网络规划、网络优化、网络变更、能效优化等网络运维智能体应用和协同工作。智能中枢，是未来演进的构想，是一个泛在的概念，在无线，核心网，有线和自智网络等领域，未来都可能演进出一个负责编排控制中枢的超级智能体，该中枢Agent负责本领域各类智能体的协同和编排，与其它中枢智能体相互协同。作为未来网络全栈AI化后的智能中枢，实现网络的运行，资源调度，业务编排等，起到“网络大脑”的作用。

面向业务：依托规划&编排、业务开通、质差优化、业务故障、投诉处理等智能体及多智能体协同，构建智能的业务服务体系，锻造端到端的全链条业务服务支撑能力，实现客户需求全覆盖，达成“需求在哪，服务就在哪”的服务闭环；同时，推动服务响应高效化，通过核心能力前移、耗时环节优化、冗余流程简化等举措，最大限度压缩客户需求响应周期，为业务高质量运营筑牢智能根基。将来，伴随面向网络管理与面向业务运营的深度融合，将逐步形成一体化的网络运维运营智能中枢。

面向商业：随着大模型与智能体技术的迭代升级，同时也将驱动价值经营、降本增效、用户体验保障等Agentic化，为商业运营注入智能新动能。一方面可挖掘商业价值新增长点，拓宽经营增收路径；另一方面优化成本结构、夯实服务质量，提升用户满意度，催熟用户体验商业变现。

技术平台：构建统一的技术平台，包括AI网关，MCP工具生态，AI工厂框架等，支撑AI应用和大模型之间、AI应用和工具之间、AI应用和AI应用之间的调用，将模型、工具和数据流有机地整合在一起，理解和执行模型生成的动态任务，并为整个过程提供稳定、高效和安全的保障。技术平台的底座是由数据引擎、AI大模型引擎、数字孪生引擎三大技术构成的数智引擎，三者彼此相互协作支撑，其中数据引擎是基础，为AI大模型引擎和数字孪生引擎提供所需的数据资源，并确保数据治理的有效进行。AI大模型引擎是未来网络的智能支撑，通过训练场景大模型来支持数字孪生模型的构建。同时，数字孪生引擎能够生成新数据，这些新数据又可以进一步迭代训练和优化大模型。这种相互赋能的关系使得三大技术引擎紧密协同工作，共同推进技术创新和发展。

1.3

L4高阶自智网络需具备实时感知-主动分析-自主决策-自动闭环执行等关键能力

洞察分析

L4高阶自智网络是网络自智开始走向真正自主决策阶段的重大飞跃，能在无需人工干预的情况下根据用户意图自主闭环完成任务和工作流。2026年，自智网络L4高阶演进会进入深水区，将进一步追求网络实时感知、主动分析、自主决策，自动化智能化闭环，并深度融合大模型、智能体与数字孪生等前沿技术，构建全栈AI驱动的自主闭环架构。

根据TM Forum的定义，自主闭环框架包含以下环节：目标和意图管理（意图）、识别（感知）界定与定位（分析）、解决方案生成与决策（决策）、处理与验证（执行）。

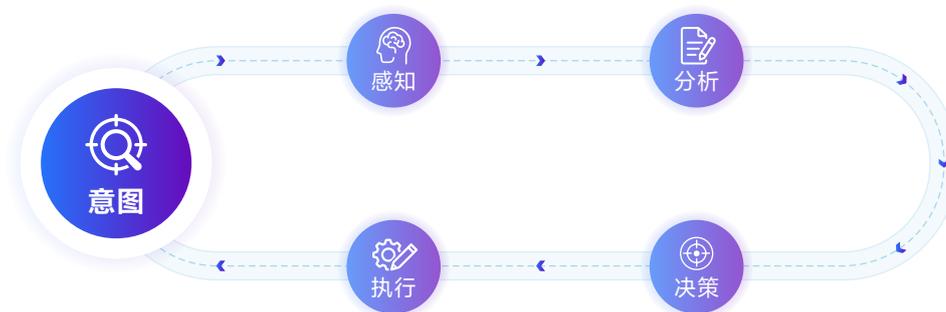


图1-2 AN自主闭环框架

感知环节主动实时抓取链路状态、业务流量、设备负载等动态信息，为后续智能操作筑牢数据基础。分析环节通过AI对感知数据深度挖掘，不仅能精准识别网络拥堵、故障隐患等已知问题，更能预判业务峰值、资源瓶颈等潜在风险，实现从“被动响应”到“主动预判”的升级。决策环节是自主闭环的核心，在无人工干预下，依据分析结果动态优化资源配置、调整网络参数、切换冗余链路，确保决策的精准性与时效性。

L4高阶自智网络将以Agentic AI作为自主闭环框架的核心使能技术。智能体能够及时感知环境的变化，根据自身学习到的知识进行分析和决策，并采取行动以实现特定目标，具备自主性、适应性和意图管理能力。所以Agentic AI与L4高阶自智网络自主闭环框架的目标是高度匹配的。

● 应对建议

基于智能硬件的实时感知：现有的通信设备在设计时往往只关注了通信协议的实现，在数据采集方面并没有做更多的考虑，在实时采集大量数据时可能会影响业务的正常运行。为了保证感知的实时性和准确性，同时不影响业务，需要考虑引入新的智能化网元设备，如智算板等，主动实时采集用户和设备内部状态等大量信息，从而快速识别各种故障和异常。

基于事件聚合的上下文管理：在感知环节，为了提供更实时精准的识别能力，需要快速从多个数据源收集各类数据，对数据进行过滤和关联，将多个异常聚集成为事件，为后续的自动分析处理提供最合适的信息输入，避免信息遗漏或过载。

基于多智能体协同的联合分析：在分析环节，通过跨域定界智能体与单域定位智能体的协同，快速完成问题的分析。可利用知识图谱等技术手段对各单域的知识进行统一建设和管理，从而保证跨域和单域的分析一致性和完备性，避免单域知识的碎片化。

基于孪生和知识库的辅助决策：在决策环节，加强知识库和案例经验的积累，使AI能生成更合理地解决方案。对于解决方案可以通过数字孪生等技术仿真方案的效果，提升决策的可信度。

基于数据驱动的自主迭代：在执行环节，需要考虑将网络操作对业务的影响降到最低，尽量避免全局性的一次操作，缩短故障时业务恢复时间，对故障进行隔离，根据实时反馈的网络情况动态调整执行计划或者更新解决方案。

1.4

L4高阶自智网络不再限于运营效率 将探索经营增收新场景和新机会

● 洞察分析

面对流量红利消退与“增量不增收”的剪刀差困境，全球电信运营商传统的“规模经营”与“降本增效”模式已触及边际效益天花板。单纯的运维效率提升已不足以对冲收入增长停滞的压力，自智网络的核心诉求已从“如何省钱”转向“如何赚钱”。

自智网络高阶演进成熟恰逢其时，它不仅是运维工具的迭代，更是商业模式重构的基石。凭借意图驱动、实时感知与跨域闭环等技术突破，L4网络将不可见的“黑盒”转化为可感知、可定制、可计价的“柔性资产”，实现了技术能力与经营诉求的完美互锁。通过通信大模型与数字孪生的赋能，运营商将锁定体验红利，完成从“连接管道提供商”向“数字化服务创收者”的战略转型。



图1-3 电信行业红利演进

● 应对建议

高级自智网络可为运营商拓展差异化体验变现、深耕垂直行业、数据要素价值化及生态重构三大增收路径，跨越“流量红利”的真空期，自智网络建设从“降本增效”的运营维度延伸至“增收赋能”的经营维度。



图1-4 自智网络经营增收路径探索

场景1

差异化体验变现：

从“尽力而为”迈向“体验契约”面向个人/家庭市场，依托自智网络识别高价值用户与场景，提供确定性体验保障。

云游戏/XR：推出“沉浸式加速包”，建立低时延专享通道，解决卡顿眩晕，实现服务溢价。

直播经济：打造“上行保障卡”，提供动态带宽与抗抖动保障，将普通流量转化为高ARPU值的高清直播服务。

场景2

深耕垂直行业：

从“基础设施者”晋升“生产合伙人”面向ToB领域，提供定制化切片与运维管家服务，适配新兴场景。

低空经济：利用5G-A通感一体技术，提供“通信+感知+导航”服务，探索按航线/架次收费新模式。

工业/车联网：保障智慧矿山与自动驾驶高可靠运行，推出可视化的“专线管家”服务，实现从连接向综合服务跨越。

场景3

数据价值与生态：

从“通信服务”拓展“信息服务”。

数据洞察：将脱敏数据转化为商业洞察，服务于车企营销、零售选址及金融风控，实现数据要素变现。

能力开放：将数据、业务状态、QoS、服务等能力封装为API，构建NaaS产品能力，实现能力规模化调用。

从“运维提效”到“经营增收”，是L4高阶自智网络发展的必然使命。通过技术演进与市场需求的精准契合，运营商将彻底打破技术与经营的壁垒，通过差异化体验、生产力赋能与数据生态变现，构建起可持续发展的第二增长曲线。

1.5

L4高阶自智网络需重点保障AI应用安全

洞察分析

L4高阶自智网络，AI不再是辅助工具，而是网络“感知-分析-决策-执行”的核心引擎，AI安全状态直接决定网络存续能力，AI决策偏差或攻击可能引发业务中断等灾难性后果。

合规层面，国内外法规形成双重约束：各国正加速构建相应的法律法规和治理体系，中国《生成式人工智能服务管理暂行办法》《数据安全法》明确要求，AI应用需满足“合规性、可解释性、可追责性”，运营商处理的海量用户通信数据、网络拓扑信息，需要在AI训练/推理中做合规处理，违规最高罚5000万元。欧盟《人工智能法案》将通信网络运营商的AI系统列为“高风险”，要求2026年前完成含数据质量验证、算法可解释、人工监督节点设置等全生命周期合规改造，违规最高罚全球年营业额7%。

智能体的自主决策能力，让传统网络安全防御体系面临防御理念（从“被动拦截”到“主动免疫”）、技术工具（从“规则匹配”到“智能感知”）、安全架构（从“单点防护”到“协同防御”）的全面革新压力。

运营商作为智能体技术的大规模应用方和关键基础设施的守护者，其AI安全关注点高度聚焦于实际业务痛点：大规模数据处理的合规性、高权限操作的安全性、以及核心业务稳定性，需在AI效率与安全间实现平衡。

● 应对建议

坚持“安全内生、合规先行”，将合规与安全要求嵌入AI全生命周期，构建四大维度的AI安全生态：

01

智能威胁检测与识别： 精准拦截传统与新型攻击

融合深度学习、大模型等人工智能技术，对通信网络中的流量、行为及AI生成内容（如深度伪造音视频）进行实时、深度分析。精准快速识别并拦截提示注入、深度伪造等新型攻击，同时升级传统威胁防御，精准识别电信网络诈骗、垃圾信息和恶意内容，提升诈骗信息拦截率的同时降低误拦率。

02

隐私增强技术： 实现“数据可用不可见”

在AI模型和应用的全生命周期中，采用联邦学习、差分隐私、安全多方计算等隐私增强技术。训练阶段采用联邦学习，支持跨省/跨境数据“不出域、共训练”；推理阶段应用差分隐私技术，避免原始数据泄露；全流程实施动态脱敏与加密存储，满足国内外数据合规要求。

03

全周期AI安全评估机制： 筑牢AI鲁棒性防线

将安全评估贯穿AI“开发-运行-退役”全流程：开发阶段嵌入安全开发生命周期（SDL）流程，开展安全评审；运行阶段通过数字孪生模拟攻击场景，验证AI决策安全性，定期开展对抗性攻防测试，提升模型和应用自身的抗攻击能力；退役阶段安全销毁模型与数据，注销机器身份权限，杜绝遗留风险。

04

动态智能协同防御： 构建“网络安全大脑”

整合全网安全数据与态势，利用人工智能技术分析、研判威胁态势，并自动优化和调整安全策略。实现威胁自动发现、智能联动处置的跨域协同防御，将防护从“被动响应”升级为“主动防御”，真正体现L4自智网络的在人工监督下的“自愈”能力。

02

中兴通讯L4高阶 自智网络演进方案



2.1

中兴通讯L4高阶自智网络演进

2.1.1 中兴通讯自智网络三阶段演进

中兴通讯以数字化技术为引擎，赋能运营商自智网络建设，经过多年的技术创新，成功将自智网络从概念蓝图转化为运营商生产运营中不可或缺的核心能力。中兴通讯提供的自动化、智能化解决方案已达到业界领先水平，为运营商迈向高质量、高效率的智能网络运营，奠定了坚实可靠的技术基础。

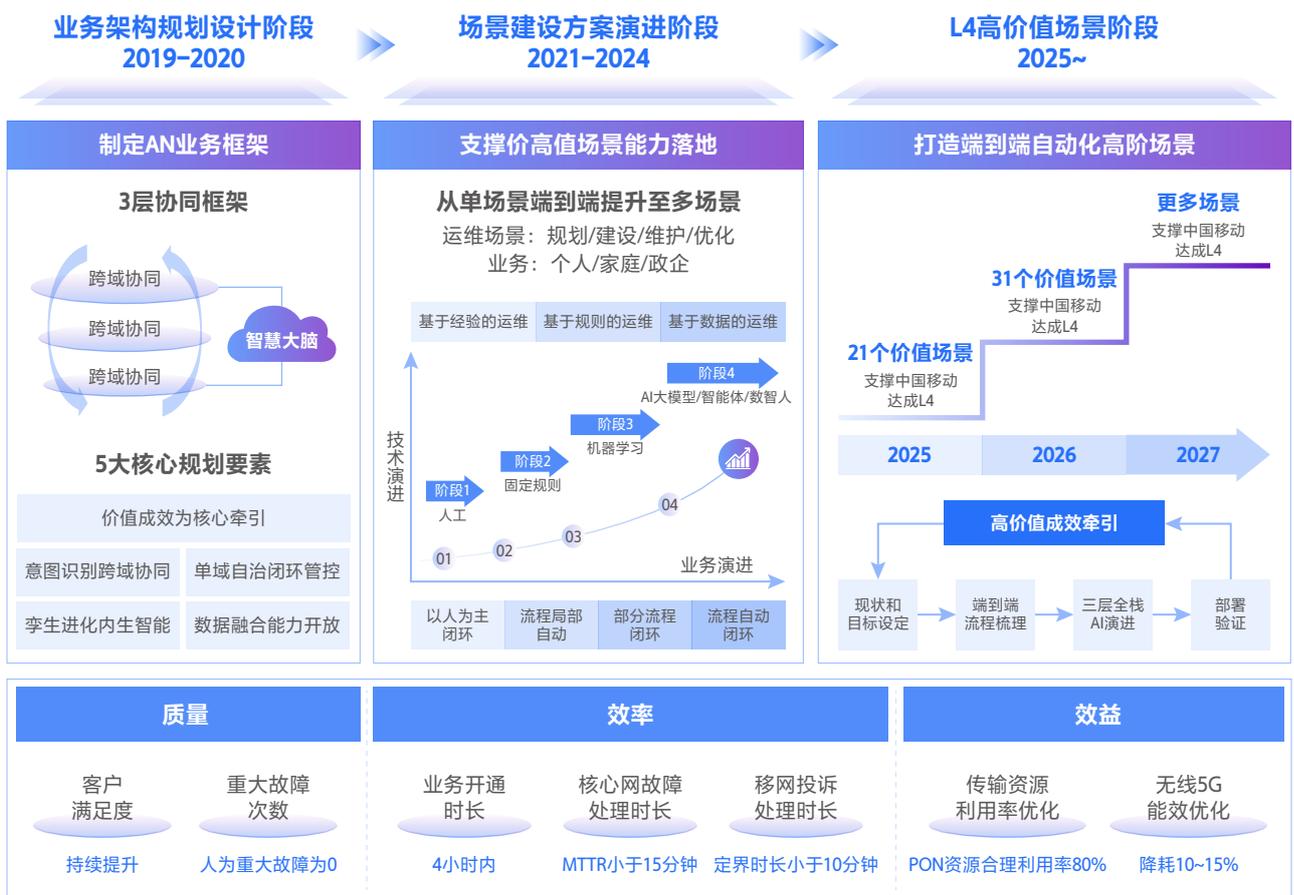


图2-1 中兴通讯自智网络演进

业务架构规划设计阶段 (2019-2020)：筑基立规，构建中兴通信自智网络骨架。围绕“五大规划要素”展开，以“价值成效”为牵引，强调“网内生智能”、“单域自治”、“跨域协同”和“数据融合能力开放”，构建三层协同框架，形成有机统一的网络体系，确保自智网络建设方向正确、路径清晰、能力可扩展。

场景建设方案演进阶段 (2021-2024)：作为从“蓝图”迈向“实践”的关键攻坚期，本阶段高价值场景能力持续迭代建设，场景建设方案在规建维优全生命周期及CHB（消费者、家庭、政企）业务中的持续完善。方案围绕自动化智能化能力升级，逐步实现从“局部自动化”向“流程自动闭环”的跨越，并同步推进运维模式由“人主导”向“系统自主闭环”演进，全面支撑网络运维向“无人干预、主动自治”转型。

L4高价值场景（2025~）：全面布局高价值场景，从“能力成熟”走向“商业成功”的收获期。核心是依托成熟的端到端自动化智能化闭环的场景建设方案，以可量化价值成效驱动规模化落地。通过“现状目标设定 → 端到端流程梳理 → 三层AI全栈演进（含安全能力内嵌） → 部署验证”的标准化方法论，将AI安全能力深度融入全栈演进路径，确保在复杂真实环境中稳定、可靠地达成L4级自智。该融合路径不仅支撑业务价值闭环，同时全面满足国内监管要求及欧盟《人工智能法案》等国际合规标准，为AI规模化落地构建可信、安全、可持续的演进体系。

根据运营价值和技术成熟度，基于TM Forum推荐的20个典型场景，中兴通讯进行了扩充，选择如下30+个高价值场景：

面向业务	个人业务			家庭业务			政企业务							
	语音	上网	...	家庭宽带	FTTR	...	5G专网	物联网	入云专线	云互联专线	互联网专线	数据专线	...	
运营	售前支撑						★							
	业务开通			★	★		★		★	★	★	★		
	网络投诉处理	★		★			★	★		★				
	业务故障监控						★							
	业务质量优化				★			★				★		
面向网络	无线网 (4G、5G)			核心网 (EPC、5GC等)		网络云 (服务器、虚层)		传输网 (OTN、SPN、PON等)		IP网 (CMNET、云专网等)		电源&环境 (数据中心动环)		...
规建	资源入网管控						★							
维护	网络故障监控			★	★	★	★		★					
	网络变更监控			★	★	★	★		★					
优化	网络性能优化			★	★	★	★		★					
	网络能效优化			★	★	★	★					★		
	资源利用率优化						★							

表2-1 中兴通讯自智网络L4高价值场景

中兴通讯按年度定义了L4路标：2025年底累计完成21个高价值场景的L4试点攻关；2026年底累计完成30+个高价值场景的L4试点攻关。同时，随着业务发展和网络演进，将进一步规划更多“降低成本、变现增收、提升感知”的高价值场景，持续攻坚L4目标。

2.1.2 中兴通讯L4高阶自智网络方案思想

中兴通讯基于在全球运营商L4试点实践，深度剖析高阶自智网络的核心能力要求与产业演进路径，系统阐述中兴通讯以“价值驱动、分层注智、自主决策，自动闭环”为纲的L4高阶演进方案体系。通过全栈AI架构重构与价值场景拓展，推动网络从“运维提效”到“经营增收”的范式跃迁，实现网络从被动运维向主动经营的跨越式升级，精准落地提质提效降本增收目标。

价值驱动层面，以KBI-KEI-KCI成效体系为核心牵引，形成全链路端到端价值闭环，通过量化指标倒逼网络运营各环节优化，实现内生性降本增效。同时深度拓展市网业协同高价值场景，将网络能力转化为市场增收引擎，打破业务与网络的壁垒，让网络成为赋能商业增长的核心资产。

技术能力层面，筑牢内生智能根基，以网元实时感知和单域跨域协同的远程控制能力搭建自动化闭环底座，通过流程重塑实现全场景少人化无人化运行。叠加AI创新技术矩阵，星云通信大模型、知识图谱、Co-Sight智能体工厂及数字孪生等技术协同发力，打造自主决策与自动闭环能力，加速端到端自智落地。中兴通讯将持续推进架构演进，构建具备自主规划与协同能力的Agentic AI架构体系，依托开放解耦、可分可合的数智星云编排架构，适配多样化业务需求，达成自智业务目标。

中兴通讯L4高阶自智网络演进方案，以价值成效驱动为鲜明特色，凭借端到端自动化与Agentic AI智能化运维运营优势，既保障当前网络高效运行，又为未来技术迭代预留灵活空间，实现商业价值与技术能力的持续共生演进。

2.2

中兴通讯L4高阶自智网络演进AIR Net解决方案

中兴通讯L4高阶自智网络演进方案，采用可组装式数字星云架构，以自动化为根基、全栈AI为核心，锚定“三无三自”行业目标，通过智能体/数智人的自主决策与自动闭环能力，加速自智网络（AN）向L4高阶阶段演进。

方案采用分层注智架构：底层夯实智能硬件基础，中层构建面向网络的智能体，上层部署面向业务的智能体，支持Agentic AI架构体系的渐进式演进，通过开放接口实现生态共建，具备面向未来应用范式的弹性扩展能力；同时依托开发平台与数字孪生技术，以AI智能体为核心抓手推进产品智能化改造，构建数智人体系。

方案不仅实现省人、省时、省钱、创收的商业闭环，还形成了标准化的解决方案包（Solution Package），面向全行业开放共享，为自智网络L4的规模化落地提供统一范式。

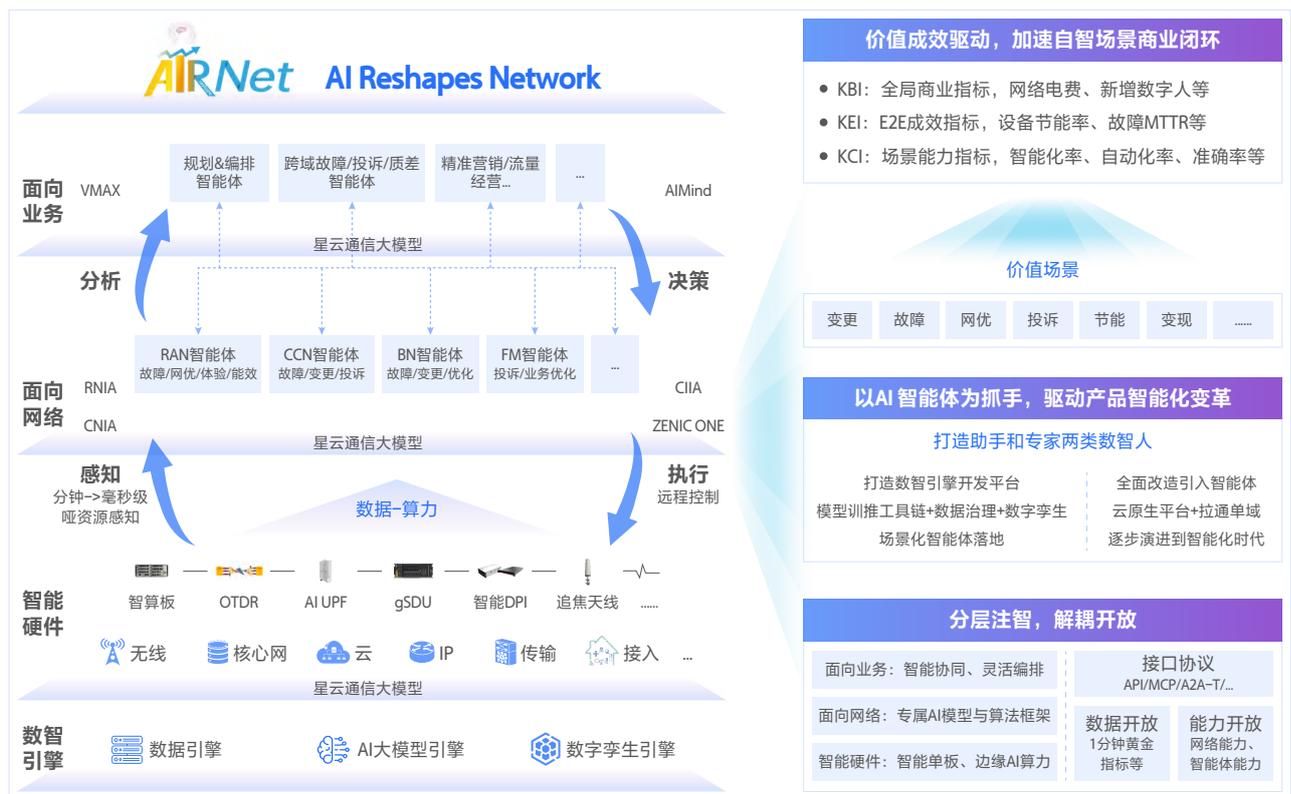


图2-2 中兴通讯AIR Net解决方案

方案从三个维度为行业贡献实践经验：

一、分层注智，解耦开放

面向网元：在网元的硬件原子能力层，通过嵌入智能芯片、部署边缘AI算力模块，让硬件具备智能感知能力和远程执行能力。

面向网络：针对无线、核心、传输等单域网络，构建专属AI模型与算法框架，形成安全校验机制，逐渐实现单域自治运维。

面向业务：打造跨域业务智能协同，打破域间数据与能力壁垒，按需编排并灵活调度多域网络能力，支撑业务智能贯通；通过 A2A-T协议内置安全认证机制，确保数据传输、能力调用、协同决策全流程可信。

同时协同产业伙伴、开放数据和能力调用接口，联合生态伙伴共建合规防护体系，共建数智化生态。

二、以AI智能体为抓手，打造助手和专家两类数智人，驱动产品智能化变革

聚焦智能体技术深耕，一方面打造智能引擎开发平台，集成模型训练、模型调优等工具链，加速AI智能体生产迭代，结合数据治理，为AI训练提供高质量语料，结合数字孪生，让运维场景智能体能够快速落地；另一方面，推动全域各产品的智能化改造，基于云原生平台，拉通单域产品的智能体能力，实现诸如故障跨域定界定位，让整个网络运维逐步演进到智能化时代。

方案打造助手和专家两类工业级通信数智人，将L4自智从“技术概念”转化为“可量产、可管控、可增值”的网络生产力，让硅基生命有职责、有目标、有协同。

1、从“智能工具”到“数智人”的演进

当前运营商向L4高阶自智演进时，通常的智能体开发方式陷入“三重困境”：一是规模化部署难，单一场景智能体开发周期长，无法适配网络千变万化的需求；二是安全管控弱，缺乏明确权责边界，操作风险不可控；三是复杂场景适应性差，面对跨域故障时决策碎片化，准确率低。这些痛点成为制约自智网络价值释放的核心瓶颈。

中兴通讯依托Co-Sight智能体工厂、星云通信大模型等AI大模型引擎能力，在线快速生产工业级通信数智人。中兴星云通信数智人(以下简称数智人)，将智能体赋予明确的岗位职责和SLA要求，充分发挥智能体、大小模型协同等技术能力，让硅基生命具有目标感和使命感。数智人体系有效解决了传统智能体在通信网络应用中面临的规模化部署效率低、安全性不足、复杂场景适应能力有限等关键挑战，为运营商网络向L4级高阶自智演进提供了可靠的技术支撑。

中兴通讯聚焦高阶自智网络价值场景，通过对全域各产品进行数智人升级，构建完整的数智人产品体系，包含专家类数智人和助手类数智人两大类。其中，专家类数智人则具备高度自主性，可独立完成复杂任务，面向后端流程自闭环；助手类数智人以辅助运维工程师为核心，提升一线运维人员执行任务的工作效率。

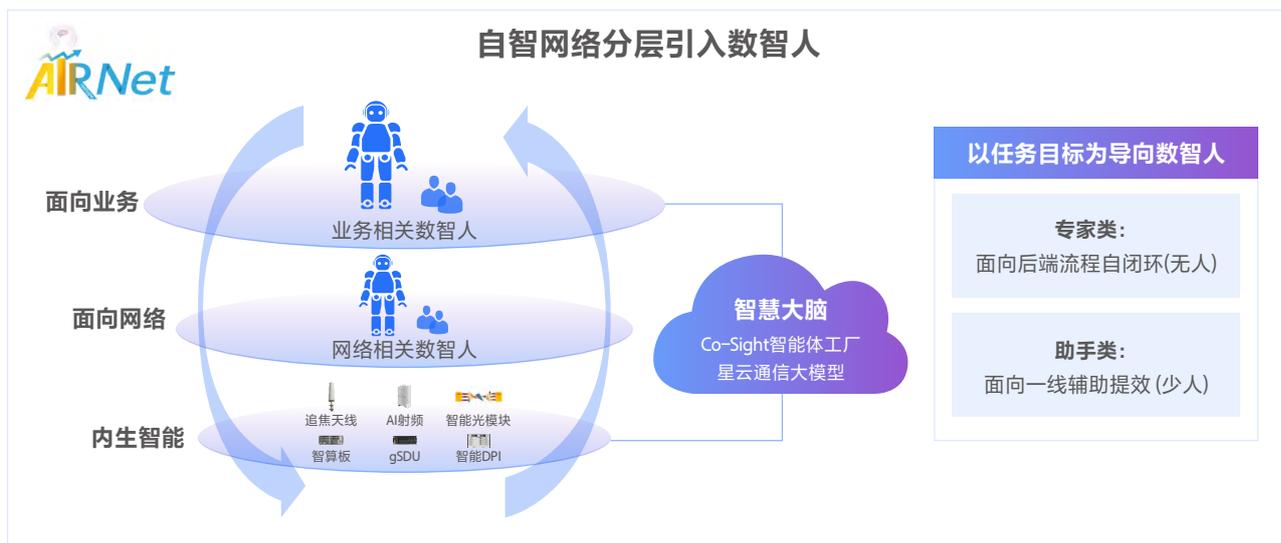


图2-3 L4高阶自智网络数智人方案

2、定义工业级数智人的四大标准

中兴数智人构建四大差异化能力，树立通信行业数智人应用标准：

目标导向与SLA驱动：数智人采用岗位职责矩阵和服务等级协议（SLA）量化指标体系进行规范化管理，支持根据SLA要求进行任务分解、协同与迭代，并基于实时监控数据动态调整任务调度策略，确保端到端目标的稳定达成。

多智能体动态协同：依托Co-Sight智能体工厂的工业级通信数智人生产平台，提供从开发、部署到运维的全生命周期管理。通过长程任务自主规划能力，实现数智人能力与场景任务的精准匹配；依托多智能体协同技术，支持数智人围绕目标进行任务组织，构建可灵活指挥的“智能化作战”，确保跨域多任务的高效协同执行。

明确安全权责边界：数智人构建基于角色的权限管控体系，划分不同类型数智人的操作边界与执行范围，内置全流程操作审计日志与智能安全回滚机制，实现异常行为实时监测与人工介入触发，通过权责可追溯的管控模式，解决智能体自主决策过程中的安全风险，保障数智人在工业级场景下的合规化运行。

持续进化与数据闭环：数智人通过数据驱动构建学习闭环机制，比如在线迭代与场景泛化。同时，通过测评案例的自动化收集与迭代分析，结合强推理模型增强学习框架进行定向优化，能够有效缓解业务模型变化导致的性能衰减问题。验证表明，相较传统智能体方案，任务准确率实现显著提升。

3、实践理念：锚定新质生产力的发展路径

中兴以“三自能力”为实现路径，以“三零体验”为发展目标，通过全栈AI技术打通运维流程断点，推动网络运维从“被动响应”向“主动预防”、从“人工主导”向“AI主导”的全面变革。

这一实践不仅构建了绿色、高效、可持续的新型运维体系，更以技术创新驱动网络生产力升级，为数字经济发展注入强劲动能，为全球高阶自智网络建设树立了可复制、可推广的新范式。

三、以高价值场景为牵引，构建KBI-KEI-KCI 价值成效体系，打造省人/省时/省钱/创收的商业闭环体系，加速自智场景商业闭环

KBI：全局商业指标，网络电费、新增数智人等

KEI：E2E成效指标，节能能耗、故障MTTR等

KCI：场景能力指标，智能化率、自动化率、准确率等

下面，我们从“价值牵引、架构演进、内生智能、AI创新、流程重塑、经营拓展”六大核心方面，对AIR Net高阶自智网络演进方案进行详细阐述。

2.3

核心点1：价值牵引，深化KBI-KEI-KCI成效体系

中兴通讯认为从价值牵引视角，自智网络KBI-KEI-KCI成效体系是一套分层支撑、闭环联动的价值量化框架，深度契合TM Forum自智网络L4等级标准与高价值场景落地需求，其核心逻辑围绕“能力支撑效能、效能转化价值”的递进关系展开。三者目标聚焦自智网络L4高价值场景的价值量化、运营支撑与能力保障。

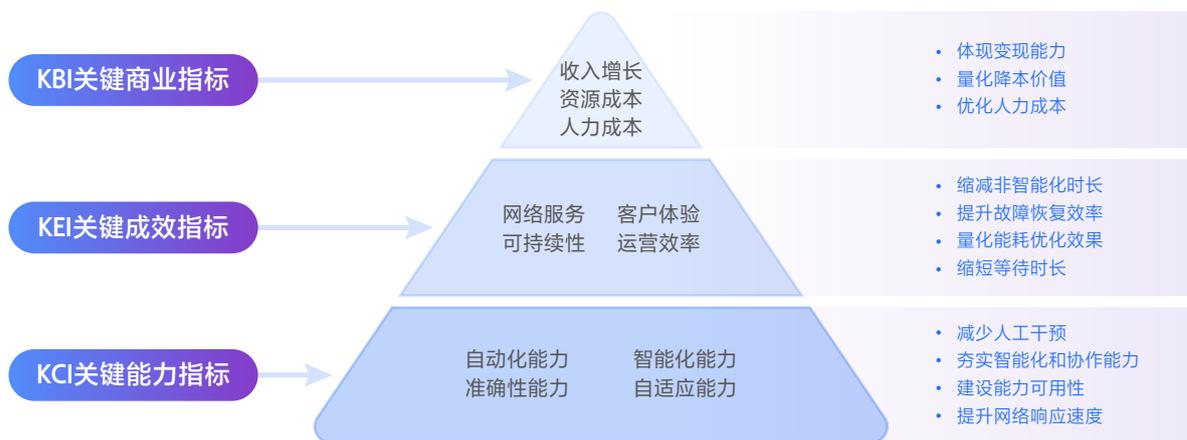


图2-4 KBI-KEI-KCI指标体系

KBI关键商业指标：作为体系顶层的价值核心，直接量化自智网络对业务的实际贡献，聚焦运维成本优化、人力效率提升、业务收入增长与风险管控四大方向，通过运维成本降低、网络运营节省时间、运营收入增长、重大故障数减少等指标，将KEI优化后的运营效能转化为直接的商业价值与业务收益。

KEI关键成效指标：涵盖网络服务、客户体验、可持续性与运营效率四大维度，通过平均恢复时间（MTTR）、SLA合规率、设备节能率、服务交付时间等指标，将KCI所具备的技术能力转化为可感知的运营效能，既体现网络运维的精准性与高效性，也保障客户体验的稳定性与可持续运营的绿色性。

KCI关键能力指标：聚焦自智网络的核心技术支撑力，以自动化、智能化、准确性等能力为核心，通过任务操作自动化率、端到端自动化率、智能基础设施占比等可量化指标，构建自智网络运行的技术底座，为上层成效指标提供坚实的能力保障。

各价值场景结合不同价值方向，选用设定相应的计算公式完成价值成效测算，以量化结果和过程为成效实际推进，提供理论依据与指引。

指标层级	场景	指标名称	核心公式	价值说明
KBI	收入增长	业务收入提升额	$\Sigma(\text{人力成本}) + \Sigma(\text{各资源成本}) + \Sigma(\text{各网络变现成本})$	体现AN带来的变现能力
	资源成本	运维成本降低额	$\Sigma(\text{能耗节省} + \text{资源优化节省} + \text{外包工时节省})$	量化AN直接降本价值
	人力成本	网络运营人员节省	$\Sigma(\text{自有人员节省} + \text{优化服务节省} + \text{外包人员节省})$	优化人力成本
KEI	网络运维	节省时长	$\Sigma \text{各环节非智能化时长} - \Sigma \text{各环节智能化时长}$	缩减单场景非智能化时长
	客户体验	故障修复率	$(1 - \text{智能化故障恢复时间} \div \text{非智能化故障恢复时间}) \times 100\%$	提升故障恢复效率
	可持续性	设备节能率	$(1 - \text{节能模式能耗} \div \text{非节能模式能耗}) \times 100\%$	量化设备能耗优化效果
	运营效率	资源部署节省时长	非智能化资源分配时间 - 智能化资源分配时间	缩短用户等待时长
KCI	自动化能力	任务操作自动化率	$(\text{自动子任务数} \div \text{总子任务数}) \times 100\%$	减少人工干预
	智能化能力	智能化率	$(\text{智能基础设施数} \div \text{总基础设施数}) \times 100\%$	夯实智能能力底座
	准确性能力	单环节准确率	$(\text{能力判定准确次数} \div \text{总判定次数}) \times 100\%$	确定建设能力可用性
	自适应能力	适应时长	响应开始时间 - 环境变化检测时间	提升网络动态响应速度

表2-2 价值成效指标示例

2.4

核心点2：架构演进，构建Agentic AI架构体系

在AI技术向智能化、自主化深度演进的背景下，Agentic AI成为核心发展方向，其核心价值体现在实现人类经验知识系统的深度内化、推动业务流程的AI自主接管、完成AI向类人思考模式的进阶演进；中兴通讯自智网络以此为技术根基，依托Agentic AI、模型自进化、多智能体协同、孪生仿真等关键技术，构建形成下一代全栈Agentic AN技术体系架构。



图2-5 Agentic AI架构

如图所示，我们从底往上依次简要说明Agentic AI架构：

数智引擎：通过数据引擎、AI大模型引擎、数字孪生引擎等，构建智能化网络运维体系，助力自智网络向更高智能等级迈进。其中数据引擎增强计算加速、多模态数据湖、AI Ready数据治理、数据智能分析等能力，AI大模型引擎增强超级智能体框架、图模型平台、语料合成工具、一键精调、算法进化器等能力，数字孪生引擎增强仿真、决策、3D建模可视化等能力。

面向网元：增加网元智能硬件，通过内生智能体实现本地实时决策与执行，同时适配Agentic AI架构的跨层协同需求，为L4级自智网络提供低时延、高可靠的底层支撑，实现“边缘自治 + 全局协同”。后续逐步推进网元智能体的标准化、轻量化和安全加固，实现不同设备厂家网元的集成与协同。

面向网络：无线提供看网专家、网优专家、故障专家、能效优化专家、体验保障专家，以及排障助手、知识助手；核心网提供看网专家、变更专家、故障专家、投诉处理专家，以及运维助手；网络云提供看网专家、变更专家、故障专家，以及运维助手；传输&IP提供传输故障专家、传输变更专家、IP故障专家，以及承载运维助手、承载上站助手；有线接入提供看网专家、家宽业务投诉专家，以及家宽装维助手等智能体。

面向业务：提供投诉处理专家、跨域故障专家、质差优化专家，以及NOC监控助手、一线排障助手等多种智能体，并依托多智能体协同能力构建智能化业务服务体系，打造端到端全链条业务服务支撑能力，实现客户需求全覆盖并形成“需求在哪，服务就在哪”的服务闭环，为业务高质量运营筑牢智能根基。面向未来，我们将进一步融合面向网络的管理和面向业务的运营，逐步形成一体化的网络运维运营智能中枢。

2.5 核心点3：内生智能，夯实自动化闭环基础

2.5.1 网元实时感知能力

网元感知能力是网络运维智能化闭环的关键环节，直接影响上层网管系统决策的有效性；其中问题及异常识别的全面性、数据上报的实时性、以及对无源器件的状态感知能力，是网元层感知需要解决的几个关键问题。为适应自智网络发展，网元层感知需要做以下几方面的能力演进：

感知维度：从面向网络性能到面向应用体验。通过基站智算融合版，以及核心网智能UPF，实现无线网络业务的智能感知；通过OLT/Bras设备内置智能板，实现固定宽带网络业务数据的智能感知。相关智能板通过对业务数据的自动化采样、以及网元AI模型推理，实现对采集数据的特征提取，精确识别和区分网络中视频流、语音流、游戏流等不同类型的用户流量，进一步实现基于KQI指标的用户体验画像，建立以多维数据为基础的综合感知体系。

感知精度：从周期性低频到自适应变频采集。常规的15分钟周期性性能采集模式，数据的滞后性往往导致网络波动和业务劣化无法被及时捕捉，难以满足网络故障自动定界定位、业务质量自动优化的实时性要求；而单纯缩短数据采集周期的做法，又会导致传输带宽和存储成本的增加；构建自适应变频数据采集能力成为必然的演进方向，当智能单板感知用户体验的突发性劣化后，以事件方式触发对网元数据的秒级/毫秒级高频采集，当异常恢复后则回归常规的数据采集频率，可以很好地平衡感知精度与运营经济性要求的矛盾。

感知层次：从有源到无源。光纤哑资源不可视、不可管，是网络运维的传统难题；借助光传输设备中的智能光模块、Light ODN光指纹分光器等技术，可有效地进行改善和解决。通过对光信号的特征标识、数据采集及分析，可实现光纤拓扑还原、异常点定位、同沟同缆识别等关键能力，为网络问题闭环处理提供完整的基础数据支撑。

2.5.2 网元远程执行控制能力

在无线网络优化场景中，为了优化天线覆盖方向和覆盖区域，需要调整天线位置，方位角，下倾角等参数；而外场机械天线无法支持远程调整能力，只能安排现场运维工程师上站调整，整个上站过程耗时，运维成本高。

为了提升网络运维和优化效率，降低FME工程师上站，提升业务流程自动化率，降低工作流处理时延，有必要提升引入追焦天线等智能硬件，通过远程指令对智能硬件控制。

中兴通讯的追焦天线和gSDU(Green Site Digitalized Unit,gSDU)等智能硬件具备远程控制能力，可以有效提升网络优化和节能的自动化率，提升客户体验和能效指标，并进一步降低运维成本。

场景一： 追焦天线的远程性能优化

流程：基于用户MR的远程倾角/方位角/波束宽度调优流程，基于用户的流动性特征，实现“波随人动”的网络资源精准投放。

诊断：优化智能体通过对用户上报的MR及小区无线性能数据分析，发现的用户在特定地理区域内的分布呈现出潮汐的特征，在部分时段存在用户集中在边缘覆盖导致覆盖及吞吐量问题。

策略生成：优化智能体基于AI算法判定当前性能问题可在多个时段调整不同的天线方位角、下倾角及波宽调整，达到对潮汐用户分布变化的自动适应能力。

远程指令：优化智能体通过目标网元RRU远程向追焦天线的控制单元下发不同时段的的天线RET电下倾、RAS方位角及波束宽度的调整指令。

实时监测与自适应回滚：追焦天线在执行指令后，优化智能体实时监测该区域的KPI变化。如果发现调整后的KPI（如吞吐量或SINR）未得到改善或出现恶化，优化智能体将立即触发远程恢复操作，将配置回滚至前一个稳定配置点，避免人工干预。

应用成效：追焦天线的应用实现覆盖与性能优化“免上站、全远程、自动化”的优化自智能能力，单次RF调优耗时由传统模式的2小时缩短至10分钟以内，效率提升超10倍。多个局点实测数据显示，“追焦”潮汐优化策略启用后，试点区域网络性能与用户体验显著提升。MR覆盖率提升1.27%，弱覆盖区域明显改善；区域内日均4/5G总流量增长2.35%，网络体验类卡顿率下降超10%。

场景二： 基于gSDU的负荷唤醒自动启停

流程：如图所示，节能时间到，评估负荷和感知KPI，评估结果好，可靠性判决通过，用户迁移，gSDU对应端口下电，AAU/RRU下电；节能区间继续评估负荷和感知KPI，负荷上升或者感知变差，gSDU对应端口上电，AAU/RRU唤醒。

应用成效：可实现AAU/RRU基于负荷唤醒的自动启停，低峰期达成“0载0耗”、高峰期分钟级唤醒保障体验，保证节能和感知双优。

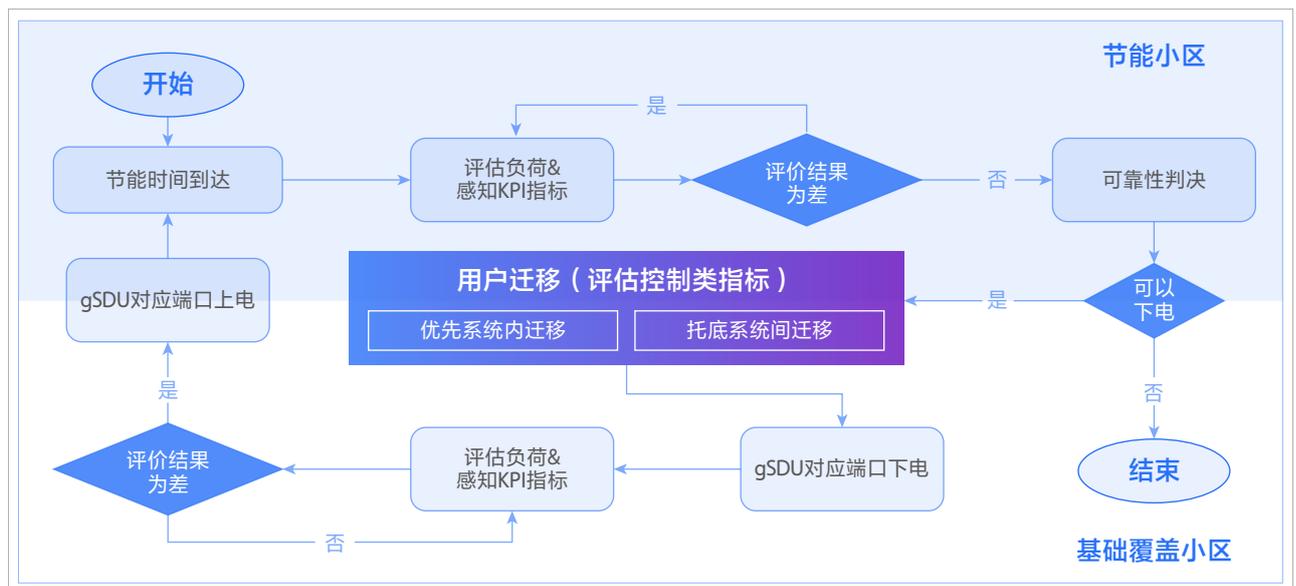


图2-6 基于负荷和感知的极致休眠原理

场景三：前传链路故障自动诊断

流程：基于告警数据的故障自动诊断、根因分析流程。

告警：智能光模块持续检测接收光功率，当前传链路故障导致光路中断，系统上报断链告警。

远程诊断：故障专家自动根据告警信息远程启动智能光模块集成的OTDR（光时域反射仪）功能，通过发射探测光信号、接收和采集反射光信息，并结合智能分析算法，实现故障点的精确地理定位。

根因分析：故障专家根据前传链路拓扑信息及远程诊断信息，给出告警对应的根因。

应用成效：通过前传链路远程自动诊断、根因分析，实现前传链路故障的精准派单和快速解决，避免反复上站，提高网络可服务时间。

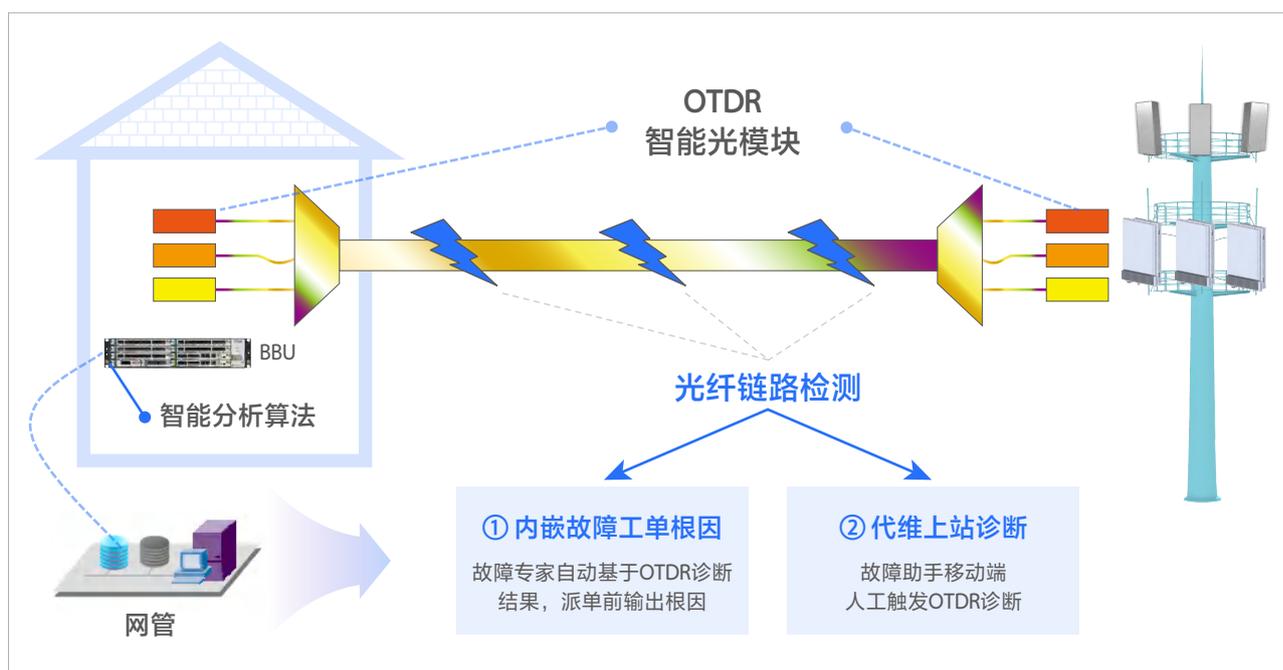


图2-7 OTDR智能光模块精准识别和定位前传链路故障

2.6 核心点4：AI创新，打造自主决策能力

中兴通讯“数智引擎”是自智网络的基石，由三大核心引擎协同驱动：数据引擎构建全链路高质量数据底座，不仅提供实时化数据支撑，更内嵌图模型平台能力，通过Schema导向的自动化知识图谱构建与GraphRAG图混合检索推理技术，实现多源异构数据的实体关系精准抽取与离散知识点逻辑串联，为决策提供深层知识支撑；AI大模型引擎作为智能中枢，实现从语言理解到任务自主执行的能力跃迁；数字孪生引擎则构建网络精准镜像，为决策提供仿真验证与可信保障。

基于数智引擎，以星云通信大模型为推理决策大脑，协同图模型平台提供的专业认知增强与数字孪生网络的仿真验证基础，通过Co-Sight智能体框架和智能体工厂，高效生产各专业面向网络的智能体（如故障、网优、能效）与面向业务的智能体（如投诉、质差、业务编排），贯穿“感知-分析-决策-执行”全流程闭环；通过A2A-T实现智能体间协同，通过MCP与工具系统无缝交互，形成灵活、可扩展的多智能体协作网络。这一架构打破了传统运维中“人工主导、单域割裂”的经验桎梏，通过实时感知，数据驱动，跨域协同，主动预防，多目标寻优等，实现了从“被动解决问题”到“自主完成复杂任务”的范式升级。

构建以智能体为核心的Agentic框架，通过多智能体协同，打破碎片化AI局限，通过星云通信大模型+图模型（知识图谱&图搜索）+数字孪生+智能硬件实现端到端协同，支持智能体自主决策，支撑端到端自动闭环。其中，强推理及混合推理模型、构建Co-Sight智能体工厂和模型评测集等，提升长尾问题解决准确性；构建图模型（知识图谱&图搜索）提升结果稳定性；应用数字孪生+策略预验证提升操作安全性。



图2-8 智能体创新赋能框架

2.6.1 星云通信大模型

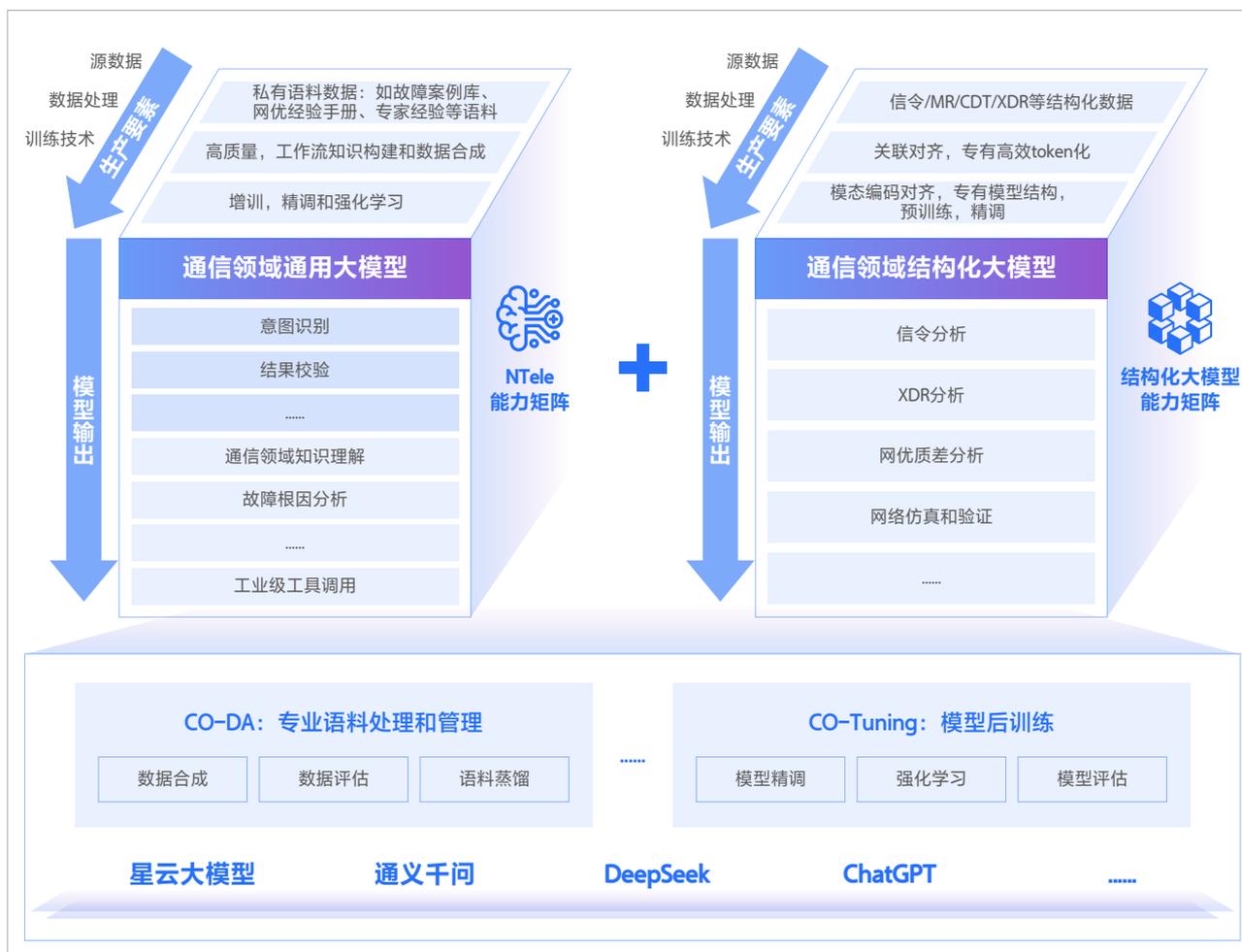


图2-9 中兴星云通信大模型

在迈向L4级高阶自智网络的过程中，运营商面临海量非结构化文档、用户交互意图与底层信令日志交织的复杂运维挑战。通用大模型难以满足通信行业对专业性、实时性与安全性的综合要求。中兴通讯推出的星云通信大模型通过“通用+结构化”的1+1模型矩阵，显著提升了复杂场景下长尾问题解决的准确性，构建了深度适配通信场景的智能基座。并依托CO-DA与CO-Tuning两大能力平台，形成了覆盖数据治理、模型训练到安全部署的完整AI工程体系。

一、1+1模型矩阵

1、通信领域通用大模型（NTele）

Ntele创新采用混合推理架构，专注于复杂业务逻辑的推理与决策。在注入海量运营商私有高价值语料（如故障案例、运维规程）及数字孪生成数据以内化专家经验的基础上，该模型深度融合了通用生成的“快思考”与逻辑强推理的“慢思考”能力。相比通用开源模型，它不仅具备行业深层知识，更能通过深度思维链（CoT）处理长链条复杂问题。在核心网、承载网等关键场景中，这种混合能力使其展现出更精准的业务意图解析、复杂工具链调用及疑难故障根因定位能力，有效突破了通用模型在专业深度与逻辑广度上的双重局限。

2、通信领域结构化大模型

该模型专为处理信令、日志等网络结构化数据而设计，采用轻量化架构，攻克了海量数据实时处理的瓶颈，实现了对底层网络状态的精准建模。在异常检测与用户画像构建等高频场景中，该模型能以极低的算力成本支持边缘侧毫秒级响应，释放底层数据价值。

通用大模型负责高层策略生成，结构化大模型提供底层状态验证，二者通过统一机制深度耦合，构建了“高层决策—底层验证—反馈优化”的动态闭环。

在模型层面，我们创新性构建了“大小脑协同进化”机制，其中：①大脑（认知）：负责全局统筹与通用分析能力，基于通信领域通用大模型（NTele），主攻离线、深逻辑的困难样本攻坚与知识生产，为小脑提供持续进化的动力；②小脑（执行）：专注于特定领域的精准问题发现、方案生成和孪生仿真演练，采用轻量的结构化大模型，主攻实时、高并发的异常检测与根因分类，确保更准发现质差根因，实现对无线网络优化和网络规划等场景应用，预计质差根因识别更准（↑30%），模型能力更新周期更快（↓50%），数据标注效率更高（↑50%）。

展望未来，随着生成式AI技术成熟与算力边缘化推进，我们将逐步融合数字孪生与生成式模拟技术，构建具备“反事实推理”与“隐式动力学理解”能力的通信领域世界模型。这不仅将通信协议、信道特征、网络拓扑等结构化知识完全内化，更突破了单纯的数据驱动范式，具备毫秒级前瞻性空间推演与最优控制策略直接输出的核心能力。作为L4高阶自智网络的关键支撑，架构上我们将采用双循环架构：在非实时域，利用大模型与高保真虚拟沙盘进行长周期的反事实推演与知识蒸馏；在实时域，则通过内生轻量化策略或AI算法实现毫秒级前瞻决策与控制，从而有效克服传统大模型高能耗、低实时的工程瓶颈。这种“认知驱动”的新范式，将彻底打破传统数据驱动的局限，为自智网络提供全维感知、自配置、自修复和自优化的能力，并为未来通感算智一体的6G网络奠定坚实的智能化底座。

二、CO能力平台

1、CO-DA：专业语料处理和管理平台

CO-DA是模型能力持续演进的基石，致力于将多源异构的原始行业数据转化为高质量知识资产。平台集成了增强语料合成工具，构建了从高质语料生成、评估到语料蒸馏的端到端治理体系，通过多级校验机制与全周期管理，在严格遵循数据安全规范的前提下，确保训练语料的准确性、合规性与高价值。

2、CO-Tuning：大模型后训练平台

CO-Tuning后训练平台则聚焦模型的持续优化与场景适配。平台涵盖模型一键精调、强化学习与评估验证三大核心能力，依托构建的通信领域专属评测集实现模型能力评估，同时将行业规范与安全策略深度注入模型。通过建立严苛的边界约束与实时防火墙机制，平台不仅驱动模型性能进化，更确保其在电信关键基础设施中实现“操作不宕机、指令不冲突”的高可靠、高可信运行。

针对星云通信大模型，中兴通讯秉持“研用一体”的技术路线，在人工智能顶级学术会议（如ACL、AAAI、ICLR）上累计发表近20篇核心论文，形成了全栈自研的创新体系。被EMNLP录用的“课程强化学习”算法显著提升了模型的复杂逻辑推理能力，获IJCAI认可的“多智能体交互协议Co-TAP”为大小脑协同架构提供了关键支撑，以及被AAAI收录的“TN-AutoRCA”通信根因分析框架，有效赋能了网络故障的精准定位。上述前沿学术成果，形成中兴特色算法，内嵌于星云通信大模型的核心架构之中，均已实现工程应用转化，建立了产品在行业内的技术标杆，获得了业界认可。

2.6.2 图模型平台

图模型平台负责结构化、可追溯、可验证的知识沉淀与动态更新，作为大模型的可信外部记忆库提供可解释的推理证据链，支撑高风险操作的合规校验。图模型平台核心包括知识图谱的构建更新与图混合检索推理两大核心能力，支撑构建从企业多源数据到业务智能应用间的全链路知识体系。

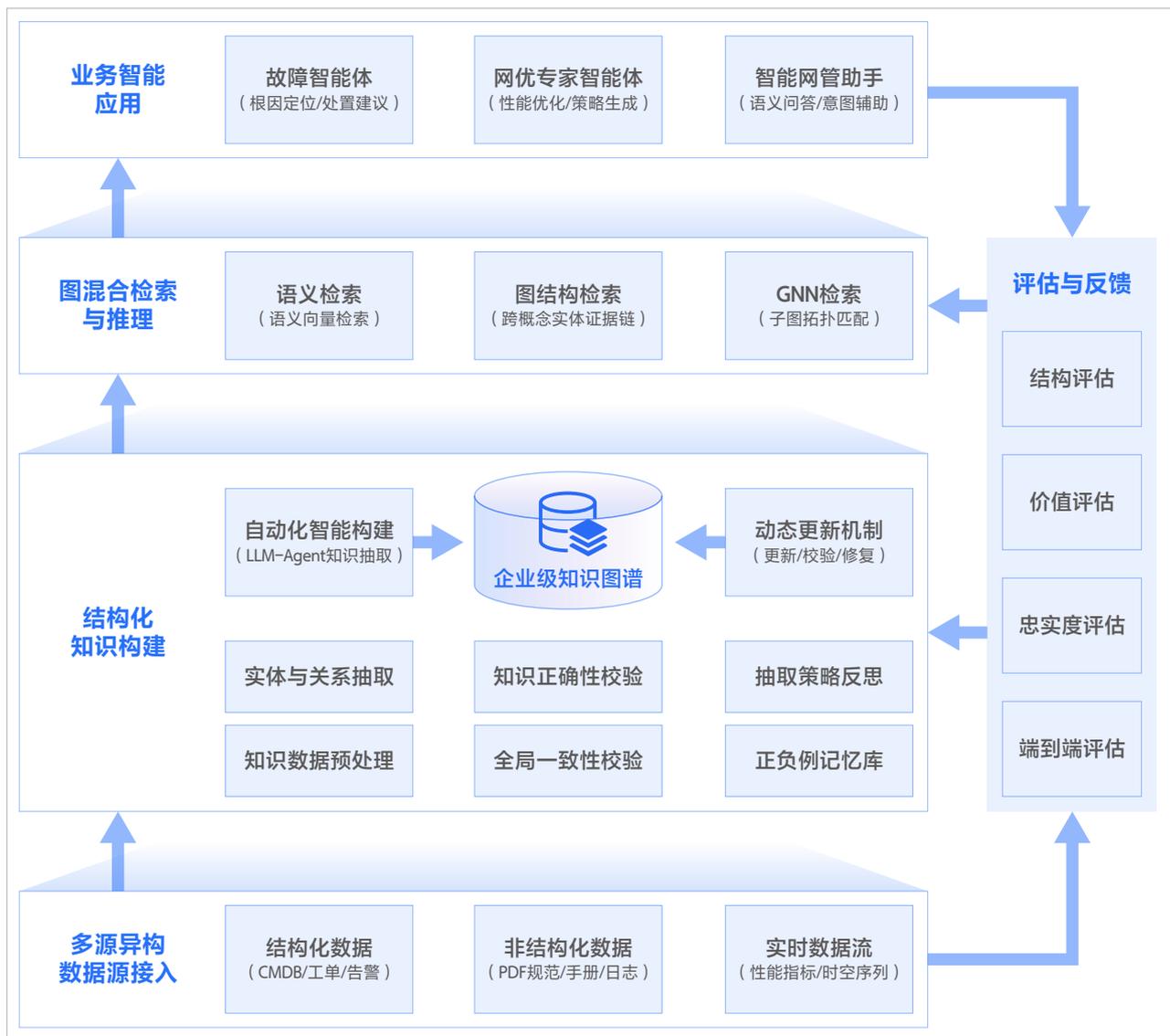


图2-10 图模型平台

知识图谱构建：中兴知识图谱技术突破了传统静态构建模式，形成了“静态抽取+动态更新”的双路构建，并创新性地构建了对知识抽取的自校验和反思进化框架，通过对抽取Badcase的自动识别与逻辑回溯，将纠偏策略与新增知识同步沉淀至记忆库，实现知识图谱的持续自我优化。

图混合检索：传统检索难以应对复杂多跳检索推理问题，图混合检索利用图结构的语义连接性，实现了对离散知识点的逻辑串联，有效消除了信息碎片化带来的推理断层。通过图结构的约束，极大地增强了LLM上下文的语义相关性，实现了从“静态匹配”向“动态认知推理”的跨越，精准捕获跨文档的深层隐含证据。

业务实践与价值体现：上述技术已在网络优化、智能运维和中移联创实验室的故障处理等多个场景中形成完整应用闭环。以中移联创故障处理为例，图模型平台自动从海量历史工单、故障手册、专家经验中构建故障传播图，当新故障发生时，系统通过图混合检索技术输出高关联的故障上下文，为大模型推理提供事实依据，有效降低幻觉，提升结果稳定性。该方案在北京昌平、朝阳应用于生产，实现无线故障根因定位准确率90%以上，缩短二维故障处理时长10%，有力证明了技术的先进性与商业价值。

2.6.3 智能体关键技术

一、智能体技术

在人工智能技术与通信网络深度融合的背景下，大模型和智能体技术迅猛发展，智能体作为自智网络的核心组成部分，正从理论概念走向规模化应用，推动网络运维从被动响应向主动预防、自主决策转型。智能体技术经历了从简单对话到自主执行的跨越式发展。随着AI技术进入“落地期”，自智网络智能体也面临转型，Copilot和Agent正在重塑XOPS交互模式，运维从“人+平台”转向“智能体业务自主闭环”。

中兴自主研发的Co-Sight智能体框架，业内首次提出全链路可信计算，通过规划-执行双层智能体动态调度机制实现了对传统AI Agent框架的全面升级。专为高复杂度的企业级任务场景设计的工业级可靠的智能体开发框架。

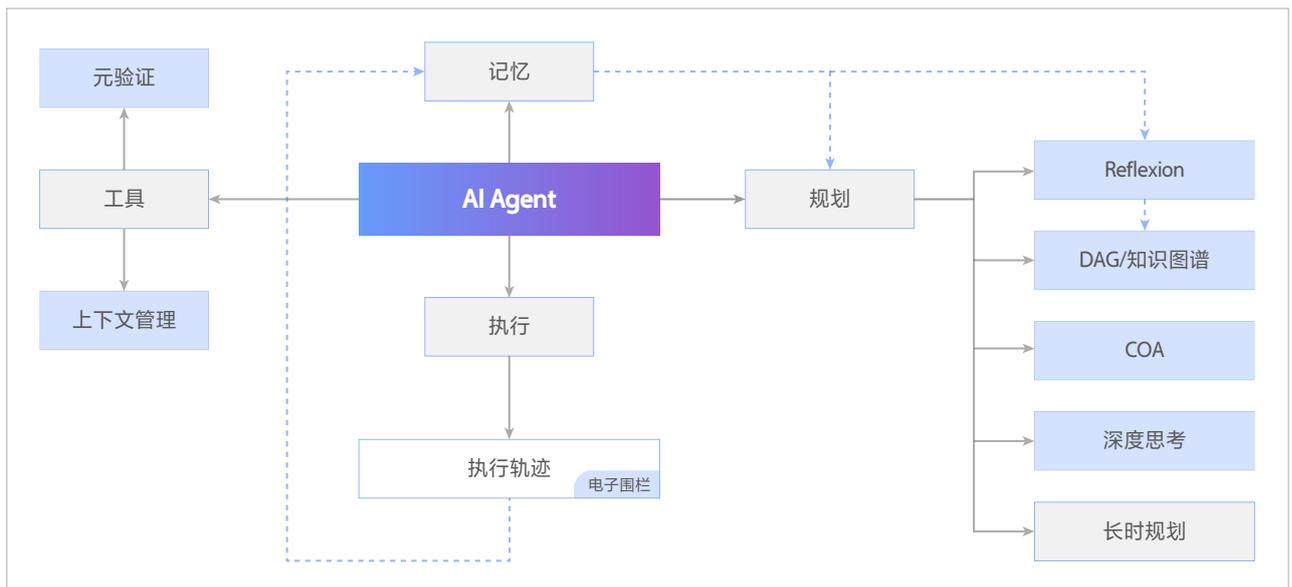


图2-11 Co-Sight智能体框架

Co-Sight智能体框架具有如下技术特点：

认知增强：实现更快更准的智能决策，通过长时规划与执行的分离、深度反思、并发思考与二次规划机制，显著提升了智能体的复杂问题解决能力和决策效率。

记忆增强：优化行动路径以实现精准执行，智能体能像人类一样从过去的成功与失败中进行复盘学习，动态评估并优化未来的行动计划，从而不断逼近最佳解决方案，避免重复错误。

质量和安全：通过设立电子围栏，对不安全过程和执行偏差进行审核。

可信计算：通过元验证技术和结构化上下文可信推理技术，对信息进行可靠性验证，避免推理偏差与探索不充分，提高获取的信息和推导结果的可靠度，从源头防止错误传播。

基于Co-Sight智能体框架，实现Co-Sight超级智能体，已在运营商自智网络故障诊断、智算一体机深度洞察等核心场景实现深度商业化落地，显著提升了运维智能化水平与决策效率。在中国移动的故障智能体场景，实现MTTR下降21.34%。该框架的技术能力获得国际权威认可，持续位居GAIA、HLE等全球顶尖AI Agent榜单前列。

二、Co-Sight 智能体工厂

随着自智网络高价值场景的挖掘，运营商对快速构建自智智能体，加速新业务上线，提出了更高的要求。然而，当前自智网络智能体建设面临以下挑战：

场景碎片化，能力复用难：网络运维场景高度离散（如故障定位、容量分析等），每个场景需独立开发智能算法与流程，导致重复建设、资源浪费。

迭代周期长，价值释放慢：智能体开发依赖人工设计规则，从需求分析到部署上线通常需数月时间。

中兴的Co-Sight智能体工厂是一个用来快速构建智能体应用的基础平台，提供精益生产的智能化工厂，助力高效创建工业级可靠智能体。智能体工厂提供了构建、评测、发布、运行智能体的平台，能够帮助用户快速进行智能体创建、管理和使用智能体。提供不同模式的智能体生产方式，能够适用各种场景的智能体应用开发。通过“工业化生产”理念，将智能体开发从“手工定制”转变为“标准化流水线”，实现智能体的规模化、可配置化与持续进化能力。



图2-12 Co-Sight 智能体工厂

三、多智能体协同

现代智能体生态系统高度异构，智能体使用不同的框架（例如LangChain、AutoGen、CrewAI）开发，运行在不同的平台上，采用不同的协议进行通信，比如智能体间协议A2A、面向消息的中间件通信协议MCP或专有的RESTful API等。由于缺乏统一的通信标准，开发人员不得不为每个新的智能体或服务创建成本高昂且脆弱的点对点集成。由此产生的N对M适配问题不仅阻碍了可扩展性，而且增加了系统的脆弱性——任何一个智能体协议的更改都可能引发全局级联效应。近期多种协议的涌现进一步凸显了对统一开放标准的迫切需求。

中兴推出的统一代理协议（UAP, Unified Agent Protocol），以“模块化架构、生态化共生”为核心理念，致力应对多智能体系统在大规模部署时所面临的多重挑战，包括智能体间缺乏自发现能力、复杂任务协同难度大、多协议并存引发的高额适配负担，以及不必要的上下文数据传输所带来的资源浪费等问题。UAP 通过建立统一的多协议服务注册中心和网关，将多代理协作能力分解为独立的功能模块，例如 AI 网关、注册与发现、身份验证和通信协议。其主要目标是构建“代理互联网”，打破代理之间的信息孤岛，提供统一的服务平面和治理能力，支持主流代理协议（例如A2A、ACP、MCP），并通过协议标准化和统一适配降低应用集成门槛。这在加速应用部署的同时，力求在系统可靠性、可扩展性和安全性之间取得有效平衡。其关键目标如下：

协议融合：形成智能体通信的“通用语言”，兼容A2A、MCP等多种主流协议的注册与发现机制是中兴特色，夯实了智能体网络的互联基础。

跨域穿透：构建无边界的协同工作网络，依托高性能网关技术，实现跨物理域或逻辑域的智能体直连，为广域分布式的智能体集群提供高效协作通路。

协议自适应转换：助力既有系统平滑演进，借助网关层的多协议智能转换能力，比如：A2A-T，A2A、ACP、MCP间协议的互转，标准化系统接入方式，支持存量和增量智能体在不重构的前提下参与新一代协同体系。

内置零信任机制：筑牢跨域交互安全防线，贯彻零信任安全理念，开展双向身份认证与会话加密，杜绝非授权访问与中间人攻击，确保每一次跨域协作可溯源、可审计。

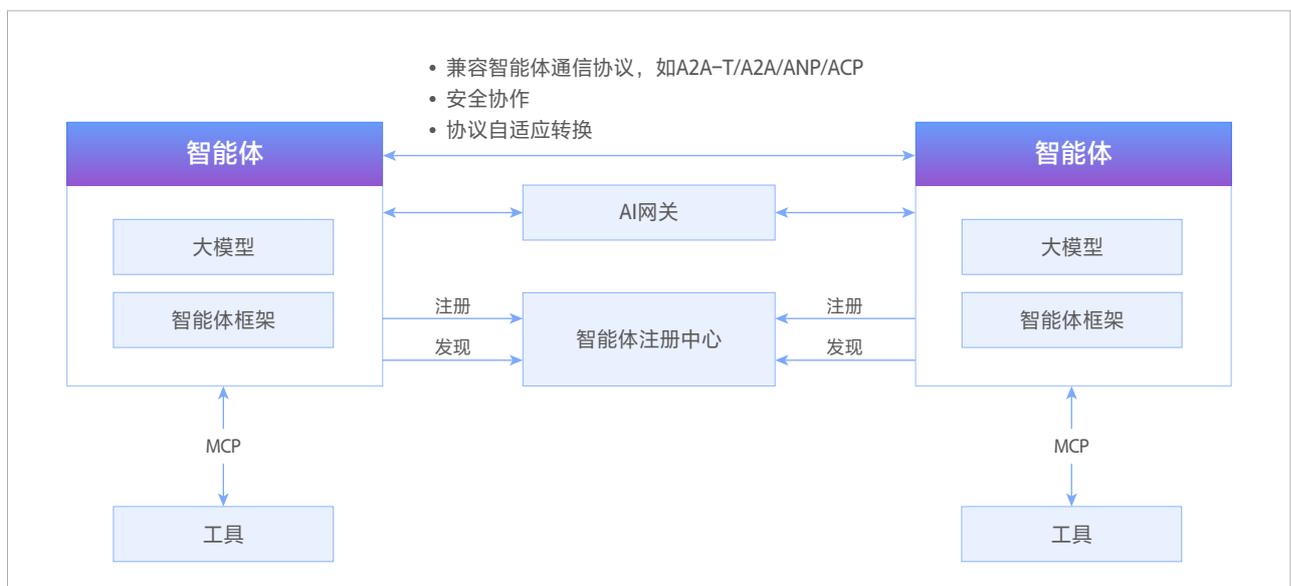


图2-13 UAP统一代理协议架构（多智能体协同）

2.6.4 数字孪生技术

在由大模型、知识图谱与智能体协同驱动的自主决策体系中，数字孪生作为核心底座，通过构建高保真网络镜像，有效弥补了L4高阶自智网在决策安全与仿真推演方面的短板。它不仅能够通过沙箱环境验证语料及指令安全性，规避大模型“幻觉”与安全漏洞，更能为多目标寻优提供量化决策依据，成为打通端到端自智能力的关键纽带。

中兴通讯数字孪生平台以仿真、决策、可视化引擎为基石，通过贯通“决策内闭环”与“虚实外闭环”，构建起完整的智能网络孪生系统。依托动态预测与全局优化能力，平台推动网络感知由“事后诊断”向“事前预测”升级，决策执行由“局部优化”向“全局闭环”迈进，加速网络运维实现从被动响应到主动自智的代际跨越。

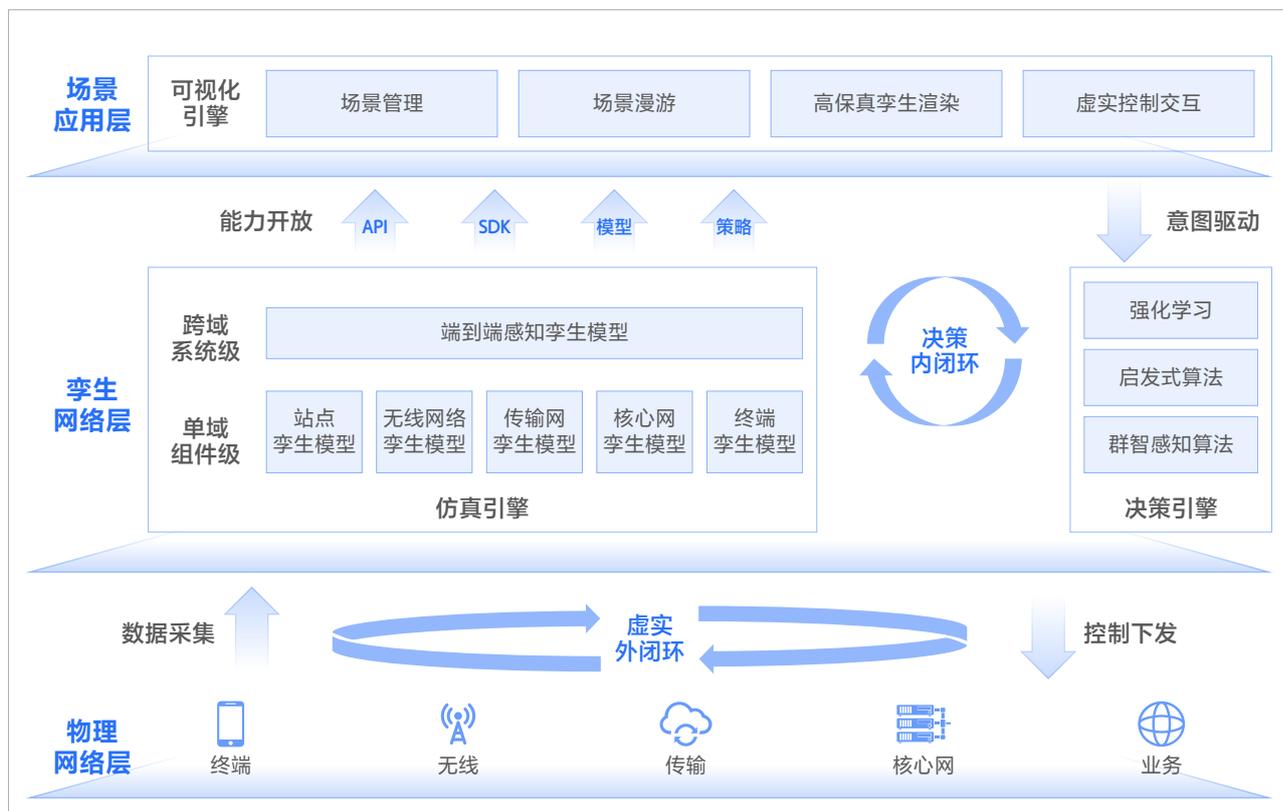


图2-14 数字孪生网络

仿真引擎：

采用数据与知识双驱动架构，集成结构化大模型 (Structured Large Model, SLM) 与图神经网络 (Graph Neural Network, GNN) 等前沿技术栈。SLM凭借其海量异构数据的强大表征能力，能够精准捕获跨域指标的长距离依赖与非线性演化规律；GNN则专门针对非欧几里得结构的复杂通信网络拓扑进行建模，显著提升网络拓扑变化的模拟精度并降低仿真成本。这些技术与单域/跨域孪生模型协同工作，构建起单域网络参数→单域网络KPI指标→跨域感知KQI指标的端到端指标孪生体系，实现网络运行状态的精准模拟、趋势预测，以及对优化调整方案的“沙盘推演”，主动拦截无效方案，降低方案实施风险。

决策引擎：

融合启发式、数学规划及深度学习算法库，根据场景复杂度按需适配最优策略。在仿真环境中寻求帕累托最优解，并通过“推演-下发-反馈”的内闭环机制实现闭环微调与自进化，高效破解多约束多目标下的组合优化难题。

可视化引擎：

依托高并发渲染与高保真视觉呈现技术，深度融合物理、通信与孪生世界。内置Copilot智能助手重塑交互体验，支持全生命周期时空轨迹回溯。通过实时透视与沉浸式漫游，强化专家干预能力，显著提升协同运维效率与管控精度。

以无线网络为例，中兴通讯数字孪生平台构建起了一套从网络配置参数，到网络级性能KPI，再到用户级/小区级感知KQI的完整的端到端指标孪生能力体系，赋能网络运维全生命周期。尤其在决策执行阶段，对网络容量、时延、可靠性、能效等潜在互斥目标进行精确数学建模，实现复杂多目标和多约束下的全局最优参数调整策略生成，多目标复杂场景优化效率提升2.5倍。

2.7

核心点5：流程重塑，打通断点堵点推进去工单化运维

自智网络的高阶演进，本质是运维范式从“人工驱动”向“智能自治”的系统性变革，流程重塑是实现这一变革的核心抓手，其底层逻辑在于通过能力前置与断点堵点治理的深度协同，构建“后台处理无人化、一线处理少人化”的高效运维体系，逐步实现去工单化。

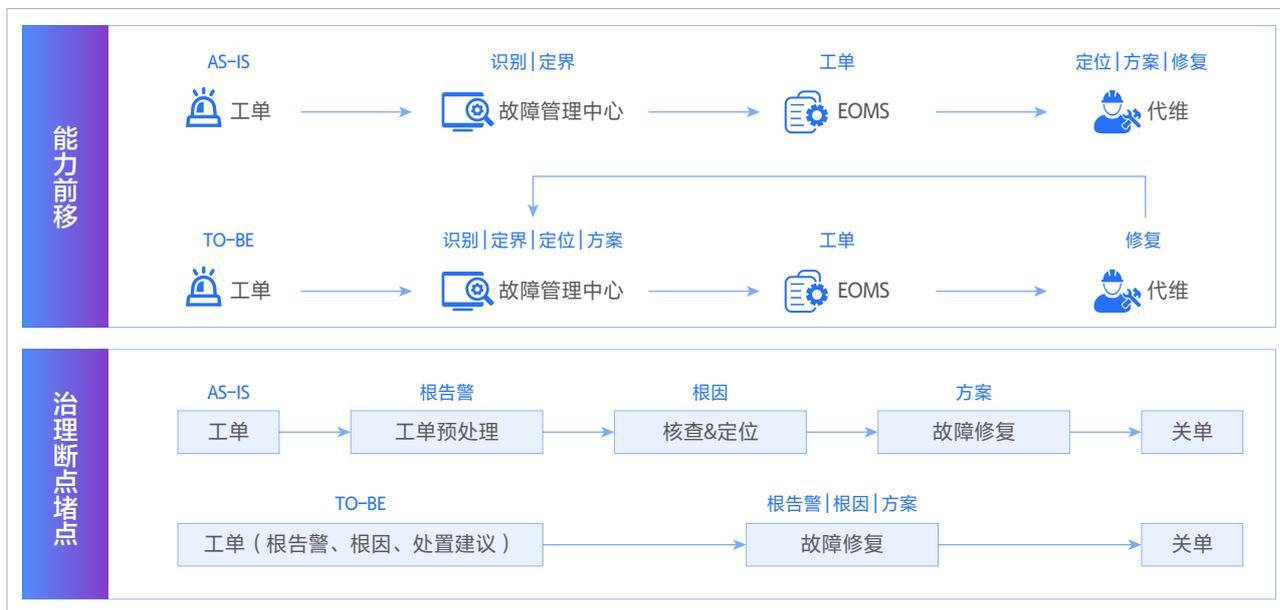


图2-15 端到端故障场景流程重塑示例

传统运维流程中，跨域界定、根因定位、方案生成等核心决策环节高度依赖人工介入，不仅导致响应滞后、协同低效，更受限专家经验壁垒，难以支撑全网规模化运维需求，这既是运维效率提升的瓶颈，也是自智网络迈向高阶自治的核心障碍。基于此，中兴通讯提出以“后台无人化、一线少人化”为目标的流程重塑思路，通过“决策能力后台集中、执行能力一线赋能”的双向重构，打破传统运维的层级壁垒与数据孤岛，逐步推进运维去工单化。

基于后台构建“跨域界定 + 单域定位”的分层智能决策体系，将核心决策能力前移至工单派发前。面向网络&面向业务，跨域系统自动整合全网拓扑、KPI、告警等数据，完成多网元故障的影响范围界定与报告警识别；单域依托大模型与知识图谱的协同能力，实现精准根因定位并输出标准化可执行处置指引。尤为关键的是，我们在自动化决策链路中嵌入AI决策安全审核环节，通过知识图谱校验决策逻辑的合规性，基于数字孪生技术模拟操作全流程以验证安全性，针对跨域批量参数修改等高风险操作，系统自动触发二级人工复核机制，确保自动化闭环的安全可控，从技术底层规避决策风险。

基于一线工作推动前后台协同模式升级，为一线运维人员配置集成图模型库、实时咨询、可视化操作指引的智能运维助手。后台输出的根因分析、处置方案等决策结果，通过智能助手转化为适配现场场景的标准化操作流程，赋能一线人员无需依赖后台专家人员，即可独立完成故障处置，大幅降低一线运维的专业门槛与人力成本。

通过故障端到端场景流程重塑实践，我们打通系统切换、报告警分析、前台调度等7个断点，疏通故障分析、前后台交互、恢复验证等4个堵点，从而推动了故障处理从“人工主导、分散协同”到“智能驱动、安全自治”的根本性跃迁，实现去工单化。这不仅验证了“后台无人化、一线少人化”思路的普适性与有效性，更为自智网络全场景规模化落地提供了核心参考。

2.8

核心点6：经营拓展，赋能市网业协同高价值场景

在数字化转型深化与市场竞争加剧的双重驱动下，企业经营核心诉求已从“规模扩张”全面转向“价值提升”。“市场-网络-业务”协同（简称市网业协同）作为打通市场前端、网络基座与业务生态的关键战略，通过打破部门壁垒、打通数据孤岛、消除流程割裂，将分散资源转化为协同合力，聚焦高价值场景挖掘与落地，最终实现市场增收、经营提效的核心目标。中兴通讯自智网络精准锚定三大核心场景，以技术赋能与生态协同为抓手，推动市网业协同深度落地，为运营商市场增收注入动力。

场景一：精准营销——网络数据驱动，人车家全生态价值挖掘

中兴通讯自智网络人车家全生态画像，以网络数据为核心驱动，依托DPI、互联网爬虫等技术，构建深度内容解析、“移网-物联网-固网”数据融合等四大核心能力，精准绘制用户全生态画像。基于该画像可支撑三大核心应用：洞察个人、车载、居家全场景需求，匹配定制化产品服务组合，通过多渠道实现最佳时机精准触达。最终实现营销与服务一体化，推动运营商从“卖流量”向“满足需求”转型。



图2-16 人车家全生态画像

场景二： 体验保障——分层分级赋能价值经营，超越传统网络切片

聚焦用户关键业务差异化体验诉求，中兴通讯自智网络构建“用户价值分级 + 网络保障分层”体验保障方案。以NWDAF为核心，打通市网业协同数据，通过智能分析实现用户价值分级与业务需求挖掘，突破传统网络切片静态局限，实现“价值用户 - 业务需求 - 网络资源”精准匹配。依托价值精准分级、需求体验适配、资源分层分配、跨域实时保障四大核心能力，提供低时延、高可靠、高带宽差异化体验保障。



图2-17 分层分级体验保障

场景三： 创新经营 —— 低空经济一体化保障赋能新兴产业

依托自智网络架构，聚焦低空经济网络质量保障核心诉求，遵循“数据源-基础能力-专题功能-价值赋能”层级逻辑，整合4/5G DPI、无人机飞行记录等多源数据，识别无人机相关业务并进行评估及保障，持续完善低空场景网络基础设施，助力无人机物流、应急救援等应用场景的规模化落地。同时为运营商拓展低空通信保障套餐、低空运维服务等增值业务提供支撑，形成“质量保障-产业赋能-价值变现”业务闭环。



图2-18 低空经济质量保障

03

中兴通讯自智网络L4 实践案例



3.1

合作攻关新模式：携手中国移动成立“联创+”实验室

当前网络运维面临数据复杂度高、自动化规则覆盖不足、通用大模型难以解析结构化网络数据等痛点，造成故障分析处置自动化能力不足，制约高阶自智网络演进，亟需重塑AI分析决策能力，加速网络运维从经验驱动向数据驱动转型。

中兴通讯与中国移动强强联合，以自智场景为牵引，充分发挥中兴通讯深厚的研发、维护经验优势，以及中国移动的网络与数据优势，形成互补，于2025年7月正式挂牌，共同成立“联创+”自智网络开放实验室。联创+实验室瞄准前沿AI技术和行业标准，攻关知识图谱与强推理模型融合的高泛化、高精度、高可靠、可解释的网络图模型，提升自智高价值场景的自主分析决策能力，研究通信领域智能体A2A-T协议规范，旨在促进业界达成共识。双方探索“技术共研、场景共创、生态共建”的新模式，共同投入核心研发力量，共享科创成果，共同破解自智网络演进过程中的关键难题。



图3-1 知识图谱与大模型融合推理

相关研究成果在北京昌平、朝阳超3万基站试点实践，具备跨专业、多厂商故障根因定位能力，KCI指标根因定位准确率超90%，探索出网络图模型赋能生产流程的落地路径，并推广至广东、江苏、山东、湖南等省复制应用；同时，双方还联合产出一批高质量专利、论文、规范，积累了一批高质量图模型评测数据集，为自智网络技术创新积累了宝贵成果。

3.2

智能化案例：运用图模型的端到端故障监控智能体实践

● 业务背景

随着5G网络云化、算力网络一体化进程的加速，网络规模和复杂度与日俱增，跨域跨层故障扩散快、影响广，当前经验驱动故障监控处理正面临着复杂故障根因定位难、运维流程中多环节依靠人工接入、前后台故障协同处理效率低等突出痛点和挑战。

● 解决方案

中兴通讯提出星云通信数智人解决方案，赋予故障数智人具有更清晰的岗位职责、更强的编排协同能力。具体面向高阶自智网络故障场景打造助手类数智人和专家类数智人，覆盖无线、传输、核心网、网络云、IP网全专业，全面重塑网络故障识别、分析、决策、处置、评估端到端流程，支撑专业维护、NOC监控、前后台代维等运维人员大幅提升运维效率，有效缩短故障分析处理时长。助手类故障数智人辅助运维人员完成任务，专家类故障数智人面向流程自动化和场景自主完成分析闭环。



图3-2 端到端故障监控处理智能体方案

这些故障数智人采用Co-Sight智能体工厂进行标准化生产，集成大量通信专业领域MCP服务，可以与运维生产系统无缝衔接。各数智人基于A2A-T智能体交互协议实现高效协同，支撑跨域拉通单域分层协同闭环复杂问题，A2A-T在通用A2A基础上面向通信领域场景进行了安全加固、通信领域专业语境对齐、协同上下文，从而提供安全、稳定、精准的协同能力。

● 应用成效

目前故障数智人已经在中国移动、中国电信、孟加拉GP、泰国AIS等国内外10+局点应用落地，赋能场景覆盖5大专业故障监控处理高价值场景，加速运营商高阶自智网络演进。其中孟加拉GP作为Telenor集团重要分支，中兴通讯提供全网运维管理服务，通过故障专家与排障助手助力端到端监控处理提质增效，实现KEI指标故障MTTR下降12.5%、人机协同效率提升70%、故障工单压减3%。

在无线网故障监控处理场景，将故障专家嵌入无线故障根因定位分析生产流，排障助手赋能一线维护人员自助排障，实现KEI指标故障MTTR降低 21.34%，获得2025 TM Forum哥本展Innovation Hub先锋奖。

在核心网故障监控处理场景，故障数智人实现故障处理效率大幅提升，KEI指标故障MTTR缩短20%以上，平均每单故障诊断时长缩小到10分钟以内，纳入中国信通院电信行业大模型应用案例。

在网络云故障监控处理场景，故障数智人根因诊断效率提升75%，KCI指标故障根因诊断准确率96.3%，告警自动诊断覆盖率92.63%。

在传输网故障监控处理场景，故障数智人将KEI指标光缆类故障抢修平均耗时从5.3小时缩短至3.2小时，100条业务恢复时间从2小时缩短至20分钟，获得2025年ICT中国一等奖。

在跨专业故障监控场景，故障数智人赋能IP、传输、动环、无线、网络云跨专业、跨厂家故障智能识别、定界定位分析，KCI指标复杂故障定界定位准确率提升到91%，KEI指标故障MTTR下降11%，荣获2025年AIIA智能体专项优秀案例。

3.3

智能化案例：运用大模型技术的SPN网络变更智能体实践

● 业务背景

随着网络安全、业务质量要求日益提高，传统的网络变更方式已难以满足安全、智能、高效的要求。网络变更属于操作时间长、影响大的重大运维工作，整体流程包括方案生成与分析、变更前检查、变更执行、变更后验证、变更后值守等环节。SPN网络由于规模大、业务多，且变更场景复杂，一次网络变更，运维人员参与环节多，平均操作时间13.9小时，且人为操作步骤多，易出现错误操作，引起网络业务中断，造成重大故障。如对核心环操作时，可能会引起大面积的基站业务中断，造成重大经济损失。

● 解决方案

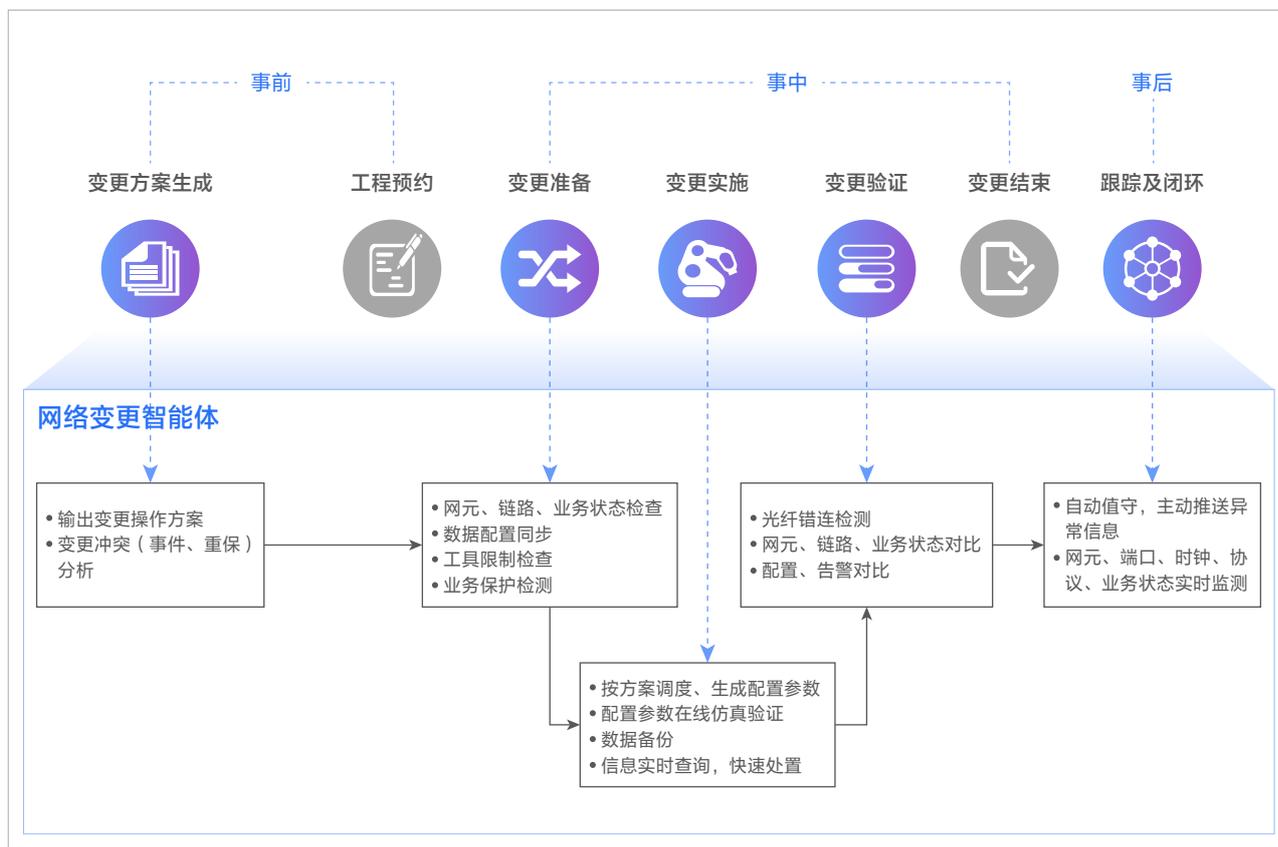


图3-3 SPN网络变更智能体方案

中兴通讯针对网络变更痛点首发SPN网络变更智能体解决方案。该方案首先在现有自然语言交互串联网络变更流程基础上，进一步增强对流程的控制能力，实现变更方案生成-变更准备-变更实施-变更验证-变更值守全自动化闭环运维，从“以人为主导系统”向“系统引导人”完成网络变更，全流程最大限度减少人工参与并提高变更操作效率。其次针对SPN网络变更场景，利用行业标准、技术规范、产品手册、专家经验总结、工程案例等多种网络运维数据，进行针对性训练与精调，使之可以根据需求自动生成网络变更方案及变更操作所需的配置参数，灵活适配各种网络变更场景的同时降低人工设计与生成配置参数的不确定性风险。再次以数字孪生底座为依托，对智能体生成的方案与配置参数进行全方位的实时仿真，输出网络三度量、业务三评估报告，综合评估方案对网络和业务的影响后再执行变更方案；最后，智能体确认变更任务准确完成后开启自动值守功能，针对网络变更影响区域进行全方位实时监控，发现网络或业务异常主动推送告警信息指导运维人员快速处置。

该方案采用多项创新性领先技术，在提高网络变更效率的同时，保障了网络和业务安全。

● 应用成效

该方案使SPN网络变更的KEI指标变更操作平均时间从原来的13.9小时缩短到3小时以内，整体效率提升78%以上，并可彻底防范网络变更操作所引起的人为故障情况。该方案荣获2025年ICT中国二等奖等多项荣誉，彰显其在行业内的领导地位和社会影响力。

3.4

智能化案例：家宽业务投诉智能体助力高效投诉处理

● 业务背景

随着FTTX家宽用户的快速增长，用户关注重点从带宽向体验转变。上网卡慢类等问题会引发用户投诉，传统的基于PON网络告警和性能KPI指标进行分析的方法，往往无法准确的实现故障根因的定界定位，缺乏业务级端到端的全程检测和业务质量指标的分析手段。如何主动响应投诉，基于端到端的业务流质量数据识别家宽投诉根因，准确实现故障根因的定界定位，快速完成投诉的处理，进而提升用户家宽使用满意度，是运营商迫切希望解决的难题。

● 解决方案



图3-4 家宽业务投诉智能体方案

中兴通讯针对家宽投诉处理的痛点，首发家宽业务投诉智能体解决方案。可与运营商的客响中心、NOC工作台和装维助手进行对接，辅助投诉处理和故障根因定界定位，实现精准派单，同时赋能一线装维，提升现场高效效率。

可在投诉处理的三个阶段提供助力：

1、受理阶段：家宽业务投诉智能体可提供投诉E2E的预诊断能力，判断是否存在质差/断纤等故障，精准实现故障根因定界定位，辅助投诉的精准派单，同时对软故障可远程一键修复，减少故障工单数量

2、分析阶段：家宽业务投诉智能体可实现接入网段故障根因的精准定界定位，进一步辅助故障分派和快速修复；对一些疑难故障，可支持NOC中心支撑人员，实现业务级和网络级的质量回溯和高效快捷的分析能力。

3、维修阶段：家宽业务投诉智能体可支撑装维助手进行家庭网络故障分析能力和WIFI分析自优化等功能；可辅助装维人员快速修复验证。

● 应用成效

该方案实现对家宽业务用户投诉的端到端故障诊断，支撑综调中心在派单前进行预诊断，区分出是否存在家庭网、接入网、OLT-BRAS、BRAS-内容源、内容源5大段质量，KCI指标质差定界定位准确率达到90%以上，同时提供质差根因和维护建议，提交工单系统精准派单处理，大幅度提高了投诉处理的运维效率。通过对投诉故障的精准定界定位，实现精准派单，极大减少了无效转派工单；分析结果可提供维护建议，有助于现场装维人员的快速修复，KEI指标现场修复历时减少约20%，提升了运营商家宽用户满意度和产品竞争力。该方案项目荣获2024年Network X“杰出FTTH业务”（Outstanding FTTH Service）大奖。

3.5

智能化案例：运用数字孪生的可管可控无线网络优化实践

● 业务背景

无线网络优化长期以来面临优化任务多、优化周期长的问题，已成为运营商资源投入较为集中的领域之一。面向网络性能优化场景，其核心目标主要体现在两个方面：一是通过网络质量的主动性优化，全面提升用户的业务感知体验；二是通过智能化手段降低对中端维护及代维资源的依赖，有效控制运营支出。为实现上述目标，需重点增强问题识别、归因、定位及策略生成等关键环节的自动化与智能化水平，一是扩大自动化规则及AI的覆盖范围，二是持续增强识别与处理的精准度，以系统化推进无线网络优化自动化闭环率提升。

● 解决方案

数字孪生技术赋能无线网络优化，实时动态识别UE质差并精准定位根因（以虚映实）；基于现网数据构建高精度的无线性能指标孪生模型（以虚预实），以无线网络问题压降为优化目标，以其他指标不劣化、不新增问题小区为协同优化约束，进行多小区、多指标、多约束的多目标优化方案寻优。经过对数百组参数方案效果的孪生预演，最终给出满足所有优化目标的最优方案和预期多目标优化收益（以虚优实）。

孪生优化方案实际实施后，数字孪生平台会进行优化后评估，一方面判断问题是否已经解决，另一方面还会将孪生指标和实际下发后的现场真实指标对比以评估指标孪生精度，并收集优化前后数据构造新增训练样本用于模型自迭代，持续保证孪生环境1:1真实还原现网（虚实共生）。

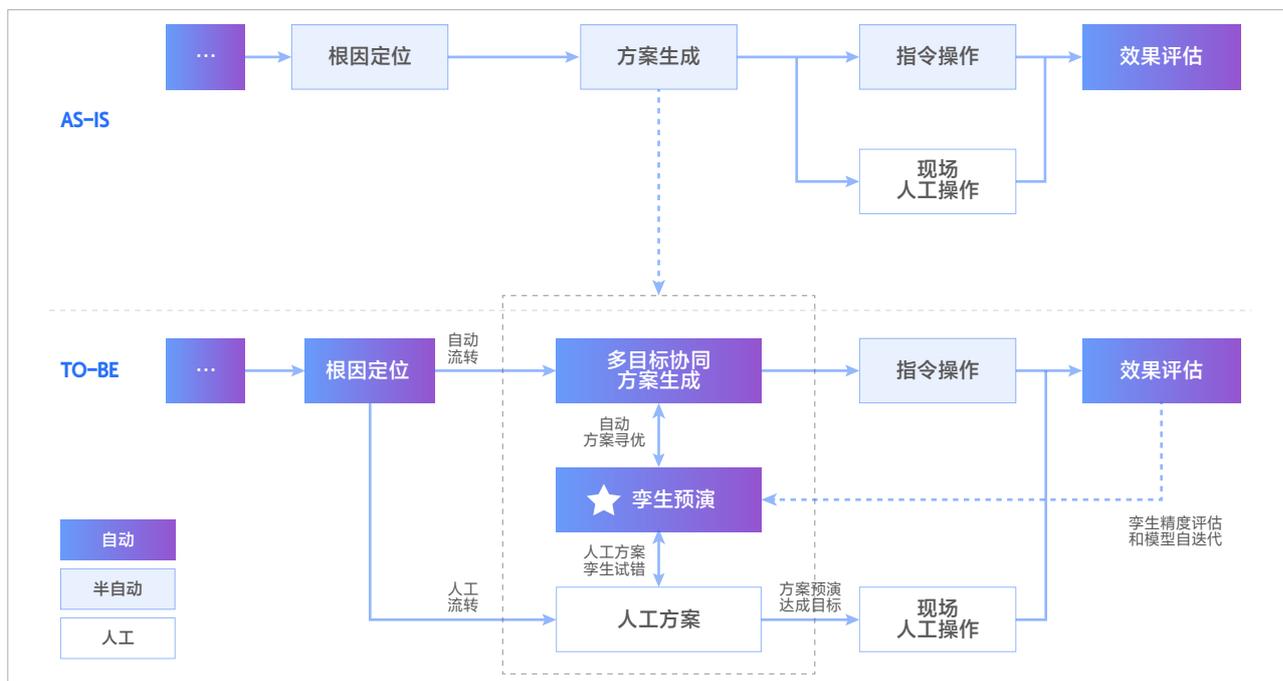


图3-5 基于数字孪生的可管可控网络优化方案

● 应用成效

在福建移动进行800小区规模小范围试点验证，KCI指标方案生成环节时长从平均3.81小时压降至平均0.5小时，需要二次优化的工单占比从31.45%压降到12.9%。无线网络性能优化在核心的方案生成环节的时长和有效率均得到了大幅改善，后续将扩大部署和推广。

3.6 智能化案例：基于数字孪生的资源池倒换量化仿真评估

● 业务背景

在DC级容灾倒换场景中，容灾前资源评估以人为主，严重依赖经验判断，耗时长达数小时，且易因人员经验和技能不足导致信令风暴失控，并引发二次故障，加上倒换过程不可视，从而风险不可控。面对大规模多业务并发倒换带来的信令冲击峰值，现有系统缺乏前瞻性仿真与量化决策能力。

● 解决方案

中兴通讯创新性地构建“核心网数字孪生仿真系统”，推动容灾倒换从“经验驱动”向“数据驱动”的根本性跃迁。该系统通过数据层实时采集现网拓扑与信令性能数据，在模型实例层构建高保真的数字孪生仿真模型，并在孪生应用层集成拓扑可视化功能、流控参数自动核查与秒级信令冲击仿真功能，从而实现资源池倒换量化仿真评估，支撑核心网业务稳定、敏捷和安全。通过API，使能数字孪生服务能力向第三方开放。

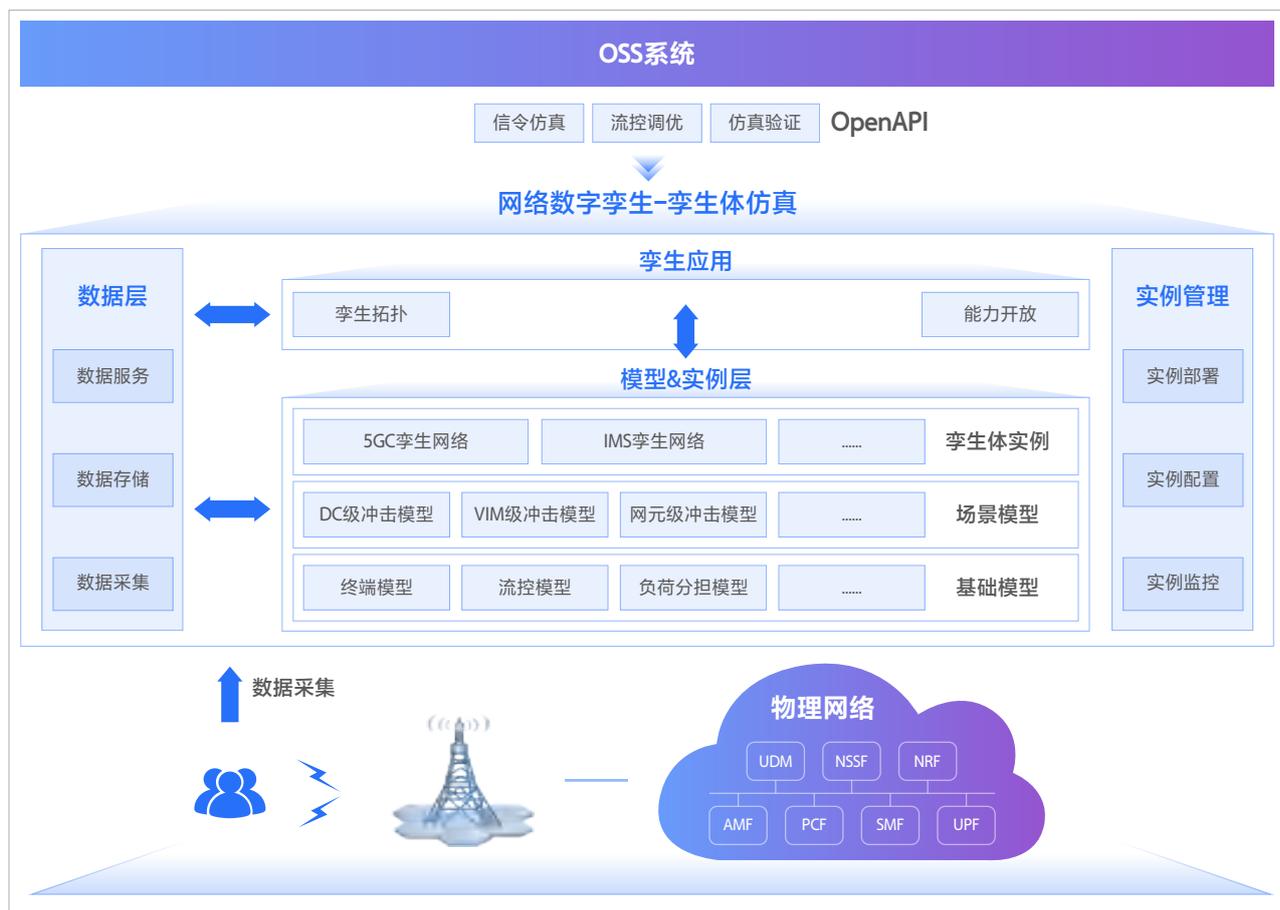


图3-6 核心网数字孪生仿真系统

● 应用成效

KCI指标评估耗时由平均4小时压缩至18分钟内，通过仿真实现KCI指标信令冲击预测准确率提升至92%，KCI指标倒换风险识别覆盖率超95%。该方案荣获2025年ICT中国二等奖，成为核心网容灾智能化运维的标杆实践。

3.7 价值经营案例：NWDAF分层分级方案赋能5G-A价值变现

● 业务背景

随着5G技术的广泛应用，用户对于网络服务体验需求日益提升，针对用户的个性化服务保障要求也越来越高，通过构建核心网分层分级保障方案，实现网络资源精准调度，保障用户服务、提升用户业务体验。随着核心网分层分级保障方案在多场景商业化推进以及AI能力的持续提升，这一创新方案的应用将大力拓展5G网络商业价值，助力社会数字化转型。

● 解决方案

分层分级保障方案通过快速识别个体业务质差，并根据质差快速实施保障动作以提升用户业务体验。为了解决质差保障和体验感知精准化问题以及保障效果可视化问题。通过“UPF-NWDAF/PCF-业务孪生”端到端一体化方式来实现，其中UPF负责精细化数据采集和识别，NWDAF负责动态生成QoS保障策略，PCF则实现UE Logo灵活定制呈现，业务孪生系统实现保障效果可视化和策略仿真，各模块互相协同实现分层分级网络保障和提升用户业务体验感知。

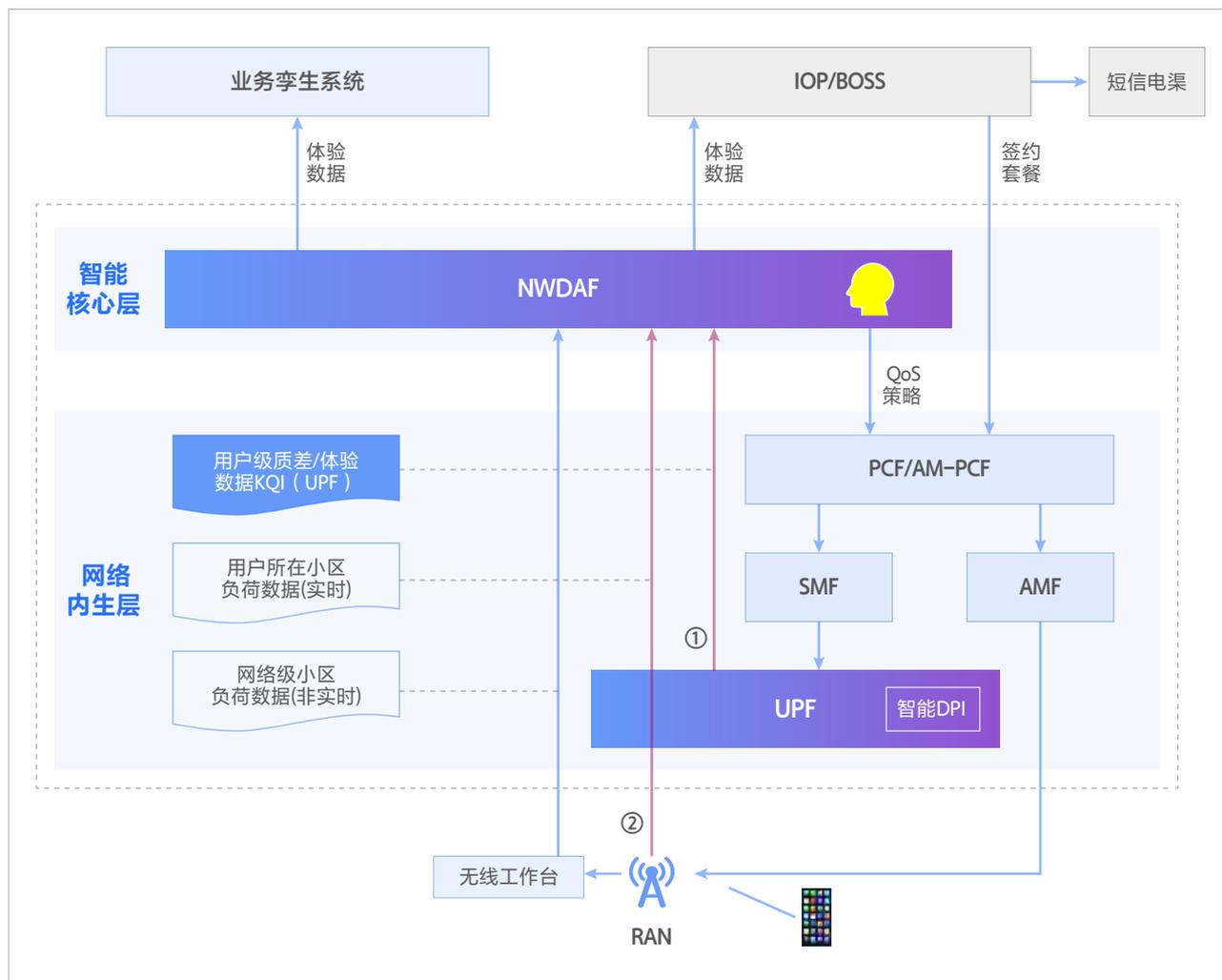


图3-7 NWDAF分层分级保障方案

● 应用成效

分层分级业务保障规模：25年底为全国几千万VIP用户开通分级保障服务。

分层分级保障提升效果：保障用户日均触发保障3.65次，KEI指标保障时长9.57分钟；KCI指标重点保障业务抖音速率提升35.6%。

中兴通讯携手广东移动共同开展创新实践，本方案荣获在2024年度SDN/NFV/网络AI优秀案例、2025年ICT中国一等奖。

04

L4高阶自智网络演进 产业协同倡议



一、高阶自智网络的演进新征程

2025年成为AN L4商用元年，高阶自智网络正从单域闭环向跨域协同、运营优化向价值创造、技术验证向规模商用加速迈进。未来3-5年，演进呈现三大核心特征：

1. 能力深化：从“单点智能”到“全域群智协同”。依托Agentic AI架构与A2A-T协议，强化单智能体闭环能力，实现跨域、跨层级的智能调度；同时，大模型、数字孪生与知识图谱的深度融合，实现从“感知-分析-决策-执行”的全链路可信智能，支撑复杂场景的精准赋能。

2. 价值升级：从“降本增效”到“生态化价值共创”。通过“市网业协同”融入千行百业转型，5G-A、工业互联网场景实现网络能力规模化变现；网络成为AI原生应用核心基础设施，开辟万亿级市场；KBI-KEI-KCI体系对齐行业指标，形成价值闭环。

3. 架构革新：从“全栈AI”到“AI原生网络”。Agentic AI架构支撑网络与AI深度耦合，系统具备多框架兼容、异构算力调度等能力；以智能原生、软件孪生双驱动，推动开发范式转型；可信AI技术保障全生命周期安全，筑牢规模化部署基础。

二、产业协同倡议：共筑高阶自智网络新生态

1. 标准协同：推动全球标准组织协作，加速关键标准制定；依托TM Forum自智网络级别评估验证（ANLAV）体系推进标准化商用，构建“通用+专业”标准架构，建立含KBI-KEI-KCI的成效评估体系。

2. 技术共创：产学研用聚焦核心技术共建创新平台，加速技术突破，开放接口与验证环境，建立专利共享机制降本增效。

3. 场景共建：运营商与垂直行业携手推进高价值场景规模化落地，总结可复制经验；探索NaaS商业模式，实现价值共赢。

4. 生态共赢：构建全产业链平台，吸纳中小企业参与；开放软硬件资源，推动测评赋能；加强国际合作，分享实践经验。

三、结束语

自智网络正重塑通信行业架构与商业模式，成为数字经济核心基础设施。唯有以价值为牵引、技术为核心、协同为路径，方能加速落地。期待全产业链携手并肩，以开放包容的心态、务实创新的行动，共筑高阶自智网络新生态，为数字中国建设和全球通信产业升级贡献更大力量！

缩略语

场景	核心公式	价值说明
5G-A	5G-Advanced	基于5G的技术演进
GenAI	Generative AI	生成式人工智能
Agent	Agent	智能体
AN	Autonomous Networks	自智网络
ANL	Autonomous Networks Level	自智网络分级
CCSA	China Communications Standards Association	中国通信标准化协会
CHB	Customer, Home, Business	个人、家庭与政企市场
CO-DA	Copilot Data	专业语料处理和管理平台
CO-Tuning	Copilot Tuning	大模型后训练平台
DTW	Digital Transformation World	世界数字转型峰会
ENI	Experiential Networked Intelligence	体验式网络智能
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准化协会
GNN	Graph Neural Network	图神经网络
IDMS	Intention-driven management System	意图驱动管理系统
ISG	Industry Specification Group	工业规范工作组
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟
KBI	Key Business Indicator	关键商业指标
KCI	Key Capability Indicator	关键能力指标
KEI	Key Effectiveness Indicator	关键成效指标
NGMN	Next Generation Mobile Network	下一代移动网络
NOC	Network Operation Center	网络运营中心
NTLM	Nebula Telco Large Model	星云通信大模型
ODN	Optical Distribution Network	光分配网
OMC	Operation and Maintenance Center	操作维护中心
OPEX	Operating Expense	运营成本
OTN	Optical Transport Network	光传送网
PON	Passive Optical Network	无源光网络
SLM	Structured Large Model	结构化大模型
SOC	Service Operation Center	服务运营中心
SPN	Slicing Packet Network	切片分组网

参考文献

- [1] TM Forum. Autonomous Networks Implementation Guide. 2025年6月
- [2] 中国移动.《中国移动自智网络白皮书(2025)》
- [3] 中国电信.《中国电信云网运营自智白皮书4.0(2024)》
- [4] 中国联通.《中国联通自智网络白皮书(2025)》
- [5] 习近平.不断做强做优做大我国数字经济.求是,2022.02
- [6] 爱立信. Elevating 5G with differentiated connectivity. 2024.12

ZTE中兴

让信任与沟通无处不在

中兴通讯股份有限公司